

17. BÖLÜM / CHAPTER 17

HAVA TRAFİK KONTROLÖRLERİNİN PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF AIR TRAFFIC CONTROLLERS

Uğur TURHAN¹, Birsen AÇIKEL², Tarık GÜNEŞ³

¹University of New South Wales Canberra at ADFA, School of Engineering and Information Technology,
Canberra, Australia

E-mail: u.turhan@adfa.edu.au

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, Porsuk Meslek Yüksekokulu, İnsansız Hava Aracı Teknolojisi ve Operatörlüğü
Programı, Eskişehir, Türkiye

E-mail: birsena@eskisehir.edu.tr

³Eskişehir Teknik Üniversitesi- Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi,

Uçak Gövde ve Motor Bakımı Bölümü, Eskişehir, Türkiye

E-mail: tarikgunesand@gmail.com

DOI: 10.26650/B/SS32.2022.04.17

ÖZ

Hava trafik kontrolörleri havacılık sisteminin merkezinde yer alarak uçuş emniyeti ve etkinliğinde önemli bir role sahiptirler. Hava trafik kontrolörleri hava trafik yönetiminin en önemli kaynağıdır. Hava trafik kontrolörlerinin performansları havacılık sisteminin tamamını etkilemektedir. Hava trafik kontrolörünün iş yükü, hava sahasının karmaşıklığı ve hava trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Trafik ve sektör özellikleri ile ilgili karmaşıklık faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin kontrolör iş yükü ile ilişkilerinin ölçülmesi konusunda gösterilen çabalar her geçen gün artmaktadır. Hava trafik yönetim sisteminin amaçlarına ulaşabilmesinde hava trafik kontrolörünün performansı önemlidir ve sistem üzerinde doğrudan etkisi vardır. Kontrolörün yapabileceği basit hatalar bile zincirleme ilerleyen ve gelişen çok büyük olumsuzluklara neden olabilmektedir. Hava trafik yönetiminde gelişen teknolojiye rağmen, kontrolörlerin performansları tüm sistemi etkilemektedir. Kontrolörlerin performansında bireysel farklılıklar, çevresel etkiler, iş yükü, stres, durum farkındalığı, otomasyon gibi faktörler etkili olmaktadır. Hava trafik kontrolörlerinin bu teknolojileri kullanırken hata yapma olasılıkları bulunduğu için kontrolör hatasını azaltmak için insan ile otomasyonun uyumunu sağlamak kontrolör performansı için oldukça önemlidir. Kontrolörlerin performanslarını uygun araç ve yöntemler ile izlemek ve değerlendirmek kendilerinden beklenen emniyet ve etkinlik gibi amaçlara ulaşmada yardımcı olacaktır. Bu bölümde kontrolör performansının gerçekleştiği hava trafik yönetimi

ve hizmetleri ile bu performansı etkileyen faktörlere yer verilmiştir. Aynı zamanda kontrolör performansını ölçmenin önemine dikkat çekilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava trafik kontrolörü, Hava trafik kontrol, Kontrolör performansı

ABSTRACT

Air traffic controllers have a central role in the aviation system by contributing to flight safety and efficiency. Air traffic controllers are the most important part of air traffic management. The performance of air traffic controllers affects the entire aviation system. The workload of the air traffic controller varies depending on the complexity of the airspace and air traffic density. Efforts to determine the complexity factors related to traffic and sector characteristics and to measure the relations of these factors with the controller workload have been constantly increasing. The performance of the air traffic controller is important in achieving the objectives of the air traffic management system and has a direct impact on it. Even simple mistakes might cause huge problems that could progress and develop in a chain. Despite the advanced technology, controllers' performance still affects the whole system. Various factors affect controllers' performance such as individual differences, environmental factors, workload, stress, situation awareness, and automation. To reduce controller-related errors while using these technologies, controllers need to ensure the harmony between their performance and automation. The monitoring and evaluation of the controllers' performance by choosing the most appropriate tools and methods will support reaching the goals of safety and efficiency. In this chapter, definitions and explanations about air traffic management and air traffic services are given and related factors are discussed. Furthermore, the importance of the controllers' performance assessment is emphasized and the various factors affecting their performance are reviewed.

Keywords: Air traffic controller, Air traffic control, Controller's performance

Extended Abstract

Air traffic management (ATM) is responsible for safe and efficient air traffic control services by air and ground components of the system. ATM provides a critical network for carrying out aviation operations. Air traffic management includes defining aircraft routes in airspace, safely separating aircraft in the air and on the ground, and balancing airspace capacity and demand. ATM is a safety-critical, globally networked industry provided under government obligations and responsibilities. Air traffic control service is provided to ensure a safe, regular, and fast air traffic flow by preventing possible collisions among aircraft and collisions between aircraft and obstacles on the maneuvering area.

The main purpose of the air traffic controller is to ensure flight safety. But at the same time, they try to minimize the flight delays caused by providing this service. In order to manage air traffic, controllers must have the ability to visualize aircraft movements and positions in four dimensions, including the time dimension.

Air traffic controllers who manage and control air traffic in highly complex and dense airspaces and aerodromes could be seen as liveware operators. They are the most important

occupational group that ensures safety, efficiency, and effectiveness in airline transportation. This importance stems from fact that they are at the center of flights, and they serve a higher number of flights per unit time than other employees do. Controllers mainly perform their tasks in the aerodrome, approach, and en route units with a high level of communication and coordination at both national and international levels.

The tasks of controllers require quick decision making, monitoring ability, vigilance, and working under heavy workload conditions. While performing their tasks, they must keep their situation awareness at the highest level. They must continue their work in any emergency that may occur while working or even when experiencing an aircraft accident. This is perhaps one of the most difficult aspects of their job.

Today, there is an attempt to reduce error and risk rates in the system to the lowest levels with safety management procedures and human factors studies. Efforts are also made to improve the performance of the air traffic controller and to keep it at an appropriate level.

The performance of air traffic controllers has a vital role in all aviation systems by taking central traffic management responsibility with the help of advanced technology. Their decisions remain essential despite technological innovations, since they are among the best live information processors in the system, like pilots and aircraft maintenance technicians.

It is important that candidates who have appropriate qualifications, motivation, and suitability for aviation culture are selected for the profession and that these characteristics are further developed with appropriate training. As in all aviation training, air traffic controllers' training costs are quite high. Selecting the right people for the job is important, as candidates who are better suited for the job are expected to show better performance both in the training processes and in actual work environments. Examination of the factors associated with the controllers' high performance will help to determine the characteristics that should be sought in controllers' selection processes.

There are various factors affecting controllers' performance. In this study, mainly individual differences, workload, stress, situation awareness, and automation-related issues are explained. It is obvious that candidates selected and trained with the right methods have the potential to perform their tasks with little risk of error. Since they work under stress, time pressure, and a heavy workload with automated interfaces, their motivation and work satisfaction should be monitored closely.

The developing trend in neuroscience applications will help us learn more about the controllers' performance factors and these issues will be at the center of future research activities.

In this chapter, the role and the importance of controllers' performance in the aviation system are discussed in detail, with contributing factors, to provide a better understanding for aviation researchers and readers.

Giriş

Havacılık sektörünün en önemli operatörlerinden olan hava trafik kontrolörleri, yolcu ve kargo gibi faydalı yüklerin hava araçları aracılığıyla seyahatlerinin emniyetli ve verimli bir şekilde gerçekleşmesi için uçuşun tüm aşamalarını yöneten başka bir ifadeyle hava sahalarındaki ve havaalanlarındaki tüm trafikleri yöneten meslek grubudur. Hava yolu ile seyahatin tercih edilmesi ve artan hava yolu trafiği düşünüldüğünde günümüzde dünyayı birbirine bağlayan hava ulaşım ağı çok önemlidir. Artan bu ilgi ve trafik sayıları düşünüldüğünde kontrolörlerin görevlerini gerçekleştirirken meydana gelebilecek dikkatsizlik, yorgunluk, beceri yoksunluğu gibi performanslarını düşüren etkilere havacılık sektörü ve bu sektörden yararlanan tüm sektörler ve paydaşlar çok ciddi ekonomik ve sosyal kayıplara uğrayabilecektir. Kısaca ifade etmek gerekirse hava trafik kontrolörleri hava yolu taşımacılığında emniyeti ve verimliliği sağlayan en önemli insan kaynaklarıdır.

Hava trafik yönetimi ve kontrolü karmaşık bir sistemdir ve önümüzdeki yıllar içinde uçak sayılarının artması da kaçınılmazdır. Hava trafik yönetimi gibi karmaşık sistemlerde sistemin verimliliği, emniyeti ve içinde çalışanların performansını korumak için insan faktörlerinin farkındalığı çok önemlidir.

Hava trafik kontrolörlerinin görevleri bilişsel becerilere dayanır. Bu bilişsel beceriler arasında anlık olarak uçak hareketinin projeksiyonu, yargı, örüntü tanıma, durum bilincinin sürdürülmesi, planlama, hızlı karar verme, hızlı konuşma, iyi bir iletişimdir. Bu tür görevler genellikle 'gizlidir' ve bu nedenle gözlemi zordur. Hava trafik kontrolörleri genellikle büyük bir olay olmadan her gün çok sayıda uçağı yönetir ve bu nedenle hava trafik yönetim sistemi aslında çok emniyetlidir. Bununla birlikte, neredeyse tüm olayların insan hatası içerdiği gerçeği de göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, bu tür hatalar azaltılabilirse veya sistem bunları tolere edilebilir hale getirilebilirse, hava trafik yönetiminde kapasite kazançları için ek potansiyele sahip emniyette de büyük artışlar olacaktır.

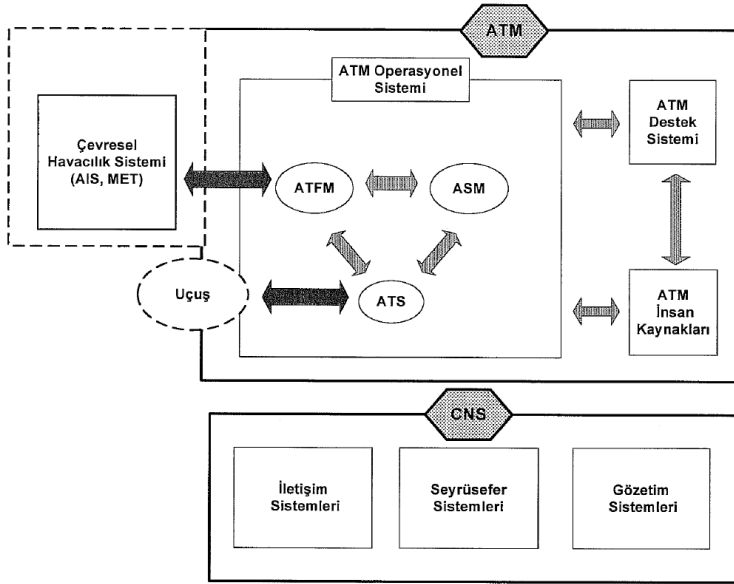
Hava trafik kontrol hizmeti, uçuş bilgi hizmeti, uyarı hizmeti kavramlarını içeren hava trafik hizmeti, hava trafik akış yönetimi ve hava sahası yönetimi ile hava trafik yönetimini oluşturur. Hava trafik kontrol hizmetini veren hava trafik kontrolörlerinin de performanslarında iş yüklerinin etkisi büyüktür. Kontrolörlerin performanslarını ölçme ve geliştirme çalışmalarında yenilikçi teknolojiler ve otomasyonun etkileri de dikkate alınmalıdır.

Hava Trafik Yönetimi

Hava trafik kontrolörleri hava trafik yönetiminin en önemli kaynağıdır. Hava trafik kontrolörlerinin performansları havacılık sisteminin tamamını etkilemektedir. Bu kapsamda hava trafik yönetimini tanımlamak ve kontrolörlerin aktif olarak faaliyet gösterdiği hava trafik hizmetlerini yakından tanımak yerinde olacaktır.

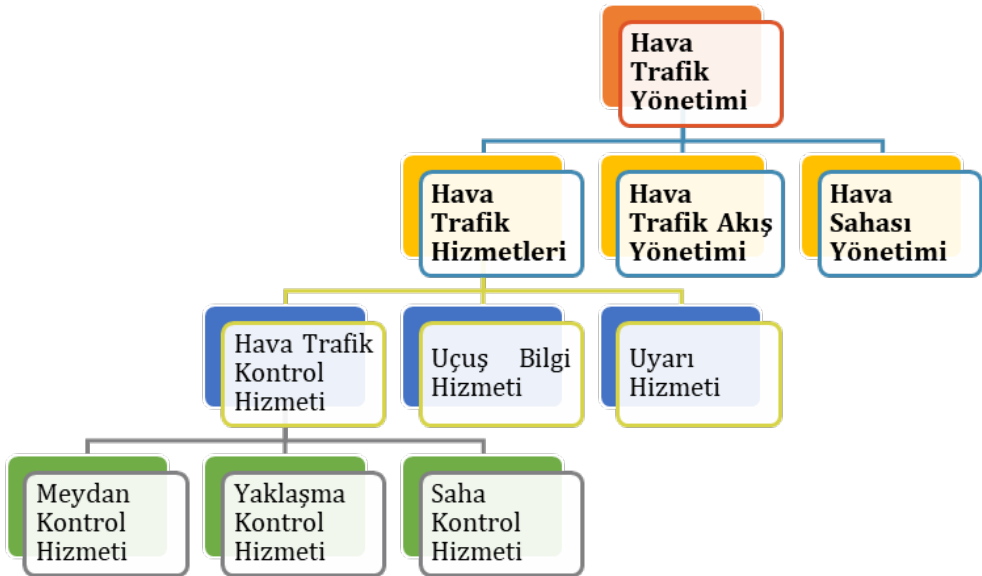
Hava trafik yönetimi (HTY), havacılık operasyonlarının gerçekleştirilmesi için kritik bir ağı sağlar. HTY hava sahasında uçak rotalarının tanımlanmasını, havadaki ve yerdeki uçakların emniyetli bir şekilde birbirinden ayrılmasını ve hava sahası kapasitesi ile talebin dengelenmesi hava trafik yönetimini içerir. HTY, devlet yükümlülükleri ve sorumlulukları kapsamında sağlanan, emniyet açısından kritik, küresel ağı bağlantılı bir endüstridir (Arblaster ve Zhang, 2021). HTY uluslararası, ulusal ve bazı durumlarda bölgesel düzeylerde emniyet, teknoloji, birlikte çalışabilirlik ve hizmet erişimi açısından yüksek düzeyde öneme sahiptir. Hava taşımacılığı, operasyonların tüm aşamalarında uçağın emniyetli ve verimli hareketini sağlamak için gerekli olan havadaki ve yerdeki işlevlerin bir araya getirilmesinden” oluşan hava trafik yönetimi (Air Traffic Management-ATM) tarafından etkinleştirilir (Bolić ve Ravenhill, 2021). Bu nedenle hava trafik hizmetleri ve yönetiminde, bir hava sahası içindeki hava araçlarını koordine etmek ve trafik akışını emniyetli bir şekilde hızlandırmak önemlidir. Bir hava aracı diğer hava araçları ile hava sahası ve havaalanının pist gibi kaynaklarını paylaşırken, hava yolları da yolcu konforu, yakıt tüketimi ve seyahat süresi gibi faktörler açısından işlettikleri hava araçlarının operasyonel performanslarını ve buna bağlı olarak kendi performanslarını ve kârlarını artırmayı amaçlar (Prandini, Putta ve Hu, 2010). Bir başka deyişle HTY, hava trafiğinin ve hava sahasının emniyetli, ekonomik ve verimli bir biçimde tüm İletişim, Seyrüsefer, Gözetim/Hava Trafik Yönetimi (Communication, Navigation, Surveillance /Air Traffic Management-CNS/ATM) birimleri ve çalışanlarının en üst düzeyde etkileşimleri ile dinamik ve bütünlük olarak yönetilmesidir. Kontrolörlerin de bu amaçları destekleyecek şekilde performans göstermeleri beklenmektedir.

HTY, gelişen ve değişikliklere uyum sağlayan dinamik bir sistemdir. HTY trafik akış yönetimi ve ayırma hizmetlerinin her ikisini de sağlayan bir kontrol sistemi olarak, tüm diğer havacılık sistemleri ile etkileşim halindedir. Hava trafik kontrolörlerinin aktif olarak performans gösterdikleri birimler bu büyük sistemin kapsamında yer alır. Şekil 1’de bu birimlerin birbirleri ile etkileşimi gösterilmektedir.



Şekil 1. Hava Trafik Yönetim Sistemi (Turhan, 2007)

Hava trafik yönetim sistemi, Hava Trafik Hizmetleri (Air Traffic Services-ATS), Hava Trafik Akış Yönetimi (Air Traffic Flow Management-ATFM) ve Hava Sahası Yönetimi (Airspace Management-ASM) bileşenlerinden oluşmaktadır (Bakınız Şekil 2).



Şekil 2. Hava Trafik Yönetimi ve Bileşenleri (Açikel, 2016)

Hava trafik hizmetinin verilebilmesi için hava trafik yönetim sistemi içerisinde hava trafik hizmetlerini oluşturan hava trafik kontrol hizmeti, uçuş bilgi hizmeti ve uyarı hizmetlerini sunması gerekmektedir. Bu üç hizmeti sunabilmek içinde hava sahası, teknik donanım, hava araçları ve en önemlisi de insan gücü kaynaklarını kullanmaktadır (Açıkkel, 2016). Hava trafik kontrolörleri hava trafik hizmetlerini yöneten ve ilgili birimlerle koordine eden insan faktörüdür.

Hava Trafik Hizmetleri

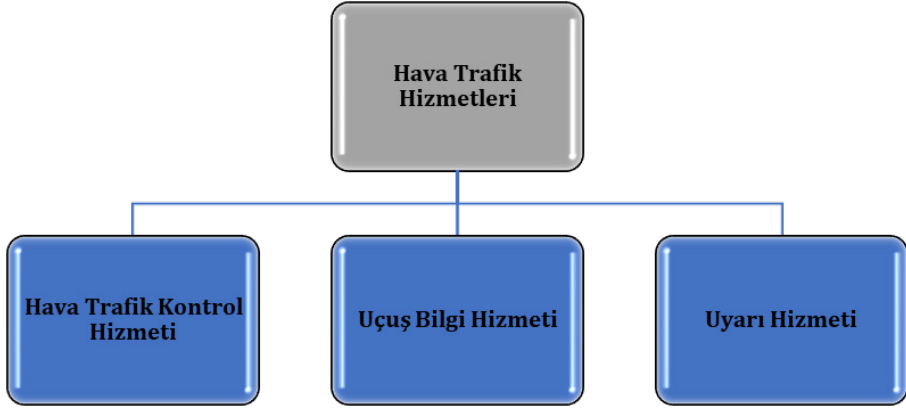
Hava trafik yönetimi bakış açısı ile uçuş harekâtı, operasyonel olarak bir hava aracının bulunduğu park yerinde motor çalıştırma talebi ile başlar, yerde taksi yaparak piste yönlendirilmesi ve kalkış yaparak gideceği meydana ulaşması ve inişin ardından yine park yerine taksi yaparak park etmesi ve motorlarını durdurması arasındaki tüm süreçlerin koordine edilmesi ve yönlendirilmesini kapsayan, oldukça karmaşık ve yüksek iletişim ve koordinasyon gerektiren bir süreçtir. Bu süreç içerisinde ulusal ve uluslararası düzeyde farklı hava trafik kontrol birimleri arasında hizmetler gerçekleştirilir.

Hava sahası içerisinde uçustaki ve havaalanlarının manevra sahalarında taksi, park etme, gibi yer hareketlerini yapan bütün hava araçlarının harekâtı hava trafiğini oluşturur. Havaalanında manevra sahalarında hareket eden, havaalanına inişe geçen veya hava sahası içinde hava yollarında sürekli hareket halinde olan hava araçları, kurallara bağlı olarak hava trafik hizmetleri alırlar (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2007). Bu doğrultuda hava trafik hizmetlerinin amaçları şunlardır:

- Hava araçları arasında meydana gelebilecek çarpışmaları önlemek,
- Manevra sahası içerisinde hareket eden hava araçlarının engellerle çarpışmalarını önlemek,
- Trafik akışını düzenli bir şekilde sürdürerek hızlandırmak,
- Tüm hava araçlarının uçuşlarının emniyetli ve etkili bir şekilde yürütülebilmesi için hava araçlarına faydalı tavsiye ve bilgileri sağlamak,
- Hava araçları arama-kurtarmaya ihtiyaç duyduklarında ilgili kuruluşları uyarmak ve talep edildiğinde bu kuruluşlarla iş birliği içinde çalışmak (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2007).

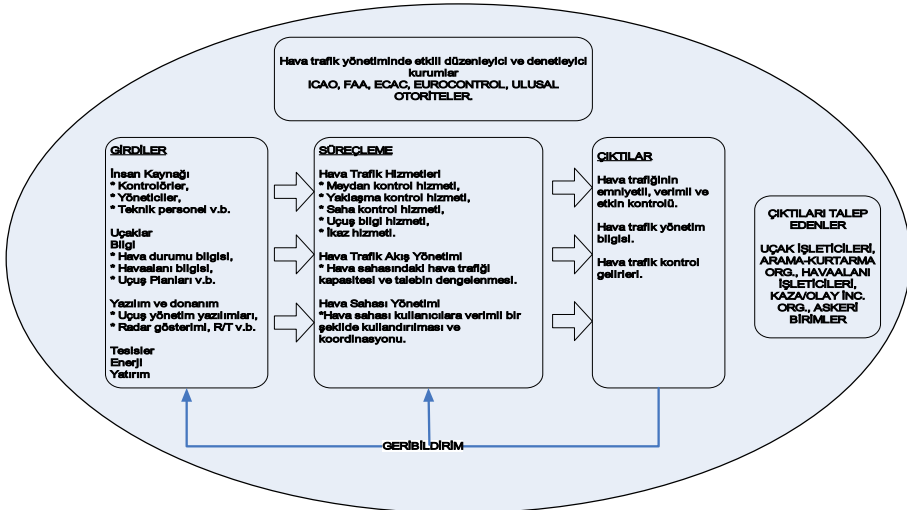
Hava trafiğinin tipi, trafiğin yoğunluğu, meteorolojik koşullar ve etkili olabilecek diğer faktörler, hava trafik hizmetlerinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulmaktadır (Turhan,

2007). Hava trafik hizmetleri, devletlerin yetkilendirdiği otorite tarafından sorunsuz bir şekilde sağlanmaktadır. Türkiye’de hava trafik hizmetlerinin sağlanmasından sorumlu otorite de Devlet Hava Meydanları İşletmesidir (DHMİ). Hava trafik hizmeti hava trafik kontrol hizmeti, uçuş bilgi hizmeti, uyarı hizmeti kavramlarını içeren genel bir terimdir (Bakınız Şekil 3).



Şekil 3. Hava Trafik Hizmetleri (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001)

Hava trafik hizmetlerinin amaçlarını beklendiği şekilde gerçekleştirmede kontrolörlerin bireysel ve ekip performansları belirleyici olmaktadır. Aşağıdaki Şekil 4’de genel olarak hava trafik hizmetlerinin süreçlenmesi verilmektedir. Kontrolörler bu süreçte, hava aracı işleticileri gibi hizmetleri talep eden paydaşlara emniyetli ve düzenli hava trafik hizmetinin sağlanmasında en etkili kaynak olarak rol almaktadır. Hizmetlerin süreçlenmesinde rol alan operasyonel birimler devam eden alt başlıklarda açıklanmaktadır.



Şekil 4. Hava trafik hizmetlerinin süreçlenmesi (Turhan, 2001).

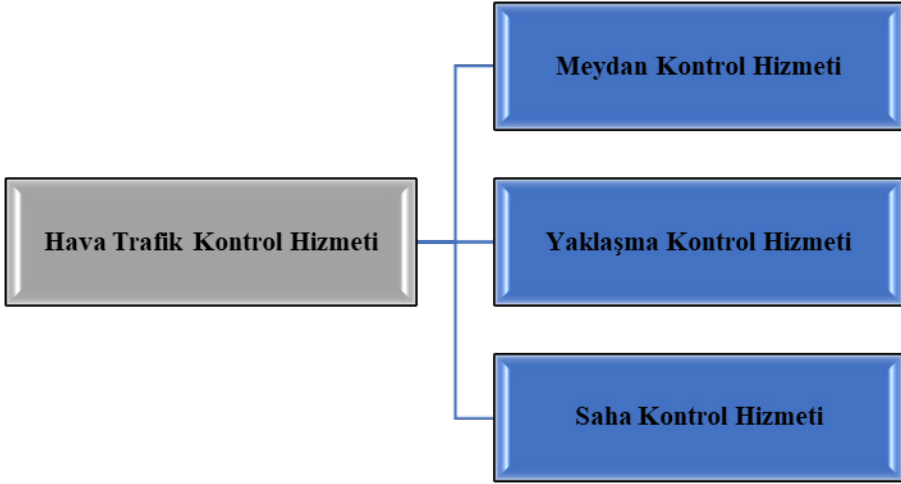
Hava Trafik Kontrol Hizmetleri

Hava trafik kontrolü, temel olarak her bir hava trafik kontrolörün hava sahasının belirli bir bölümünden sorumlu olduğu bir akış kontrolü uygulamasıdır (Masotti ve Persiani, 2016). Hava trafik kontrol hizmeti de hava araçlarının arasındaki çarpışmaları ve hava araçları ile manevra sahası üzerindeki engeller arasındaki çarpışmaları önleyerek emniyetli, düzenli ve hızlı bir hava trafik akışını sağlamak için verilen bir hizmettir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001). Kontrolörler uçakların ve operasyon çevresindeki diğer engeller arasındaki dikey ve yanal emniyetli mesafeyi korumaya çalışmaktadırlar. Yüksek emniyet standartları uçakların belli bir mesafenin altında birbirlerine yaklaşmalarına izin vermemektedir. Bu emniyet ayırma kuralları kontrolörlerin işlerini daha da karmaşık ve stresli hale getirmektedir.

Hava trafik akışı ise hem trafik akış yöneticileri hem de hava trafik kontrolörlerinin birlikte çalışmasıyla sağlanırken, uçuşların emniyeti hava araçlarının hareketlerini sürekli izleyen ve aralarındaki emniyetli ayırmaları temin eden hava trafik kontrolörlerince gerçekleştirilmektedir. Trafik akışı yoğun hava alanlarında ve bunun etrafındaki hava sahasında trafik akışının optimize edilmesi ile yapılmaktadır. Hava trafik kontrol hizmetleri havaalanı trafik bölgeleri, terminal manevra sahaları, terminal kontrol alanları ve kontrollü hava sahaları içinde uçan tüm Aletli Uçuş Kuralları (Instrument Flight Rules: IFR) ve Görerek Uçuş Kuralları (Visual Flight Rules: VFR) ile uçan hava araçlarına verilmektedir (Masotti ve Persiani, 2016). Hava trafik kontrol hizmetinin sunulması uçuş şartları ve hava sahası sınıfları gibi faktörlere bağlıdır.

Hava aracını kullanan pilotlar, kalkışlarından 10–20 dakika önce uçuş planını/yörüngesini gerçekleştirmek için kalkış meydanındaki hava trafik kontrolörleri ile temas kurmaktadır. Uçuşlarına başlamadan önce pilotlar sırasıyla kontrolörlerden motor çalıştırma, geri itme (push back) ve piste taksi müsaadesi ister. Bu izinler havaalanı kontrol kulesi tarafından verilmektedir. Havaalanından kalkışından sonra ise kontrol yetkisi terminal radar kontrolörüne geçer. Uçuşun bu tırmanma aşamasının tamamlanarak, gideceği meydanla ilgili hava yoluna dâhil olmasından sonra kontrol yetkisi yol radar kontrolörü veya saha radar kontrolörüne devir olmaktadır. Pilotun varış meydanına yaklaşmaya başlamasıyla birlikte, kontrol fonksiyonu tersine döner. Bu hava trafik hizmetlerinin verilmesi hava trafik kontrol izinleriyle olmaktadır. Bu izinler uçağın çağrı adı, izin sınırı, uçuş yolu, uçuş seviyesi ve/veya seviyeleri ve istenmiş ise uçuş seviyesi değişiklikleri, yaklaşma veya kalkış manevraları, iletişim ve izninin bitiş zamanı gibi gerekli talimatlar ve bilgileri içermektedir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2005).

Şekil 5’de görüldüğü üzere, meydan kontrol hizmeti (Aerodrome Control Service: TWR-Tower), yaklaşma kontrol hizmeti (Approach Control Service: APP-Approach), saha kontrol hizmeti (Area Control Service: ACC-Area Control Centre) hava trafik kontrol hizmetini oluşturmaktadır (Cook, 2007).



Şekil 5. Hava Trafik Kontrol Hizmeti (Açikel, 2016)

Meydan Kontrol Hizmetleri

Hava araçları meydan turuna girerken, meydan turundayken veya meydan turunu terk ederken meydan civarında kabul edilirler ve meydan trafiğini oluştururlar. Meydan trafiği için verilen kontrol hizmetine de meydan kontrol hizmeti denir. Bu hizmet meydan kontrol kulesinde görev yapan hava trafik kontrolörleri tarafından verilmektedir. Meydan kontrol kulelerinde verilen hizmet meydan üzerinde ve civarındaki hava trafiğinin emniyetli, düzenli ve hızlı akışını sağlamaktan sorumludur (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001).

Meydan kontrol kulelerindeki kontrolörler HTY’nin amaçlarını gerçekleştirmek için sorumlulukları altında bulunan uçaklara bilgi ve talimatları ileterek hava trafiğini kontrol ederler. Meydan manevra sahasında turlayan ve çalışma yapan uçaklar, iniş ve kalkış yapan uçaklar, manevra sahasındaki araçlar ve manevra sahasındaki engellerin birbirleri ile olan etkileşimlerinden sorumludurlar. Meydan kontrolörleri manevra sahası içindeki uçuşlarla, araçları ve ilgili personeli devamlı olarak gözetim altında tutarak ve önceden belirlenmiş kuralları uygulayarak görevlerini yerine getirirler.

Meydan kontrol kuleleri aynı zamanda emniyet birimlerini uyarmaktan da sorumludur. Havaalanında meydan trafiğini ve hava araçlarının kaptan pilotlarına yardımcı olmak için tesis

edilmiş, herhangi bir cihaz, ışık veya aygıtın çalışmama veya düzensiz çalışma durumunu vakit geçirmeden rapor ederler (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001).

Meydan kontrolörleri, etraflarını net bir şekilde izlemelerine olanak sağlayan meydan kontrol kulelerinde çalışırlar. Böylelikle meydana gerçekleşen hava trafiği etkinliklerini geniş bir bakış açısı ile gözleyebilirler. Meydan kontrolörleri uçuşlarla ilgili olsun ya da olmasın sorumluluk sahalardaki tüm etkinlikleri devamlı gözetlemekten sorumludurlar. Uçuşların başlamasından önce ve devamında uçuşla ilgili gerekli araç gerecin aktif halde olması, gerekli birim ve personelin uyarılması ve gerekli bilgilerin elde edilmesi için çalışırlar. Hava araçlarına gerekli talimatları iletirken çift yönlü radyo frekansını kullanırlar.

Yaklaşma Kontrol Hizmetleri

Yaklaşma kontrol hizmeti terminal kontrol sahaları içerisinde hava araçları arasındaki çarpışmaları önlemek için verilen hava trafik kontrol hizmetidir. Bunu yaparken de trafik akışını sürdürmek ve hızlandırmak amacıyla kontrollü olarak hava araçlarının iniş-kalkış hizmetini de vermektedirler. Yaklaşma kontrol hizmetinin sorumluluğu; saha kontrol biriminden kontrolünü teslim aldığı hava araçlarının operasyon verimliliği için en iyi sıralamasını yaparak meydan kontrol bölgesine getirmektir. Yaklaşma kontrol ünitesi terminal kontrol alanındaki gelen, giden ve transit uçuşlara hizmet vermektedir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2007). Yaklaşma kontrol biriminin sorumluluk sahası, başka bir ifadeyle uçakları kontrol ettiği alan “terminal kontrol sahası” olarak adlandırılır.

Yaklaşma kontrol, saha kontrol merkezinden kontrolünü devraldığı uçakları meydan kontrol kulesine ve meydan kontrol kulesinden devraldığı uçakları da saha kontrol merkezine en uygun şekilde sıralayarak devretmekle sorumludur. Yaklaşma kontrol ofisi uçakları sıralarken, belirli kurallara bağlı kalarak uçaklar arasında belirli ayırmalar sağlamak durumundadır. Yaklaşma kontrolörü, gelen ve giden uçakları idare etmek, görevi devraldığına gelen ve kontrol sahasından geçen uçaklara izinler ve tavsiyeler hazırlayıp vermek, kalkıp tırmanan uçaklar arasında, tırmanan ve alçalan uçaklar arasında ve yoldaki uçaklarla tırmanıp yola girecek uçaklar arasında standart ayırmaları sağlamak için gerekli talimatları ve izinleri vermekle sorumludur.

Terminal kontrol sahasında verilen yaklaşma kontrol hizmeti radarlı veya radarsız olarak verilmektedir. Radarlı yaklaşma kontrol hizmetinde radar kontrolörü hava araçlarını radar ekranı üzerinde izler ve buna göre talimatlar ve izinler verir. Radarsız yaklaşma kontrol hizmetinde ise hava araçları strip adı verilen hava araçlarının kontrolör için gerekli bilgilerini içeren özel etiketler üzerinden takip edilmektedir. Sahada uçan her bir hava aracı için ayrı bir

strip tutulmaktadır. Hava araçlarının radyo yoluyla verdikleri raporlar ve bilgilerle, kontrolör tarafından hava aracına verilen talimat ve izinler de striplere işlenir ve hava araçlarının takip ve kontrol edilmesi sağlanır (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2007).

Yaklaşma kontrolörleri uçakların kontrollerini kalkıştan hemen sonra devralarak, uçakları uçuş planlarında belirtilen uçuş yönüne yönlendirirler ve seyir seviyelerine ulaşmaları için tırmandırır. Sorumluluk sahaslarından uzaklaşan ve tırmanan uçakları hava koridorlarındaki uçuşlarının kontrolü için saha kontrol merkezine devrederler. Diğer taraftan bir havaalanı terminal sahasına yaklaşan uçakları belli uçuş seviyesinin altına indiklerinde ve belli bir bölgede devralırlar. Bu uçakların alçalmalarını ve kullanılan piste göre havaalanına yaklaşmalarını sağlarlar. Uçaklar meydan kontrol kulesinin sorumluluk sahasındaki bölgeye geldiğinde ve yeterli seviyeye alçaldığında kule kontrolörüne devrederler. Günümüzde radar ortamında kontrol etkinliklerini yürütmektedirler. Yaklaşma kontrolörlerinin görevi terminal sahasındaki trafik yoğunluğuna göre değişiklik göstermektedir. Yoğun sahalarda yaklaşma kontrolörlerinin üstün performans göstermeleri gerekir.

Saha Kontrol Hizmetleri

Saha kontrol hizmeti, bir saha kontrol merkezi tarafından ya da bir kontrol sahasında veya yaklaşma kontrol hizmeti sağlanmak üzere oluşturulmuş ve saha kontrol merkezi oluşturulmamış kontrol sahaslarının belli bir bölümünde yaklaşma kontrol hizmeti sağlayan birim tarafından verilmektedir. Burada seyir seviyelerinde uçan uçakların kontrolü gerçekleştirilmektedir. Saha kontrol merkezi diğer hizmetlerin üstünde daha geniş kapsamda gerçekleştirilmekte ve sorumluluk sahası daha geniş olduğu için diğer birimlerin üstünde yer almaktadır. Kontrolörler geniş bir hava sahasında çalıştığı için görevleri oldukça zor ve karmaşıktır.

Saha kontrol hizmetini yürüten kontrolörler, yaklaşma kontrol ofisinden kontrolünü devraldığı hava araçları arasında belirli kurallara uyarak gerekli ayırmaları yapmak ve uçaklara uygun uçuş seviyeleri tahsis ederek hava trafiğini idare etmekle yükümlüdürler. Ayrıca transit (overflight) bir uçuşta uçağın kontrolünü komşu uçuş bilgi bölgesine ya da inişe gelen bir uçak ise kontrolü ilgili yaklaşma kontrol ofisine devretmek de saha kontrol merkezinin sorumluluğundadır. Bir başka ifadeyle, saha kontrol hizmeti saha kontrol merkezi (Area Control Center-ACC) tarafından hava araçları arasındaki çarpışmaları önlemek, verimli bir trafik akışını sağlamak amacıyla hava araçlarına uçuş bilgi bölgesi içerisindeki yollar üzerinde verilen hava trafik kontrol hizmetidir. Saha kontrol hizmeti bir saha kontrol merkezi tarafından veya bir kontrol sahası veya yaklaşma kontrol hizmeti sağlanmak üzere oluşturulmuş ve saha

kontrol merkezi tesis edilmemiş kontrol sahalarının belli bir bölümünde yaklaşma kontrol hizmeti sağlayan birim tarafından verilmektedir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001). Saha kontrol, Federal Havacılık İdaresi (Federal Aviation Administration-FAA) kurallarına göre “yol kontrol (en-route control)” olarak da isimlendirilmektedir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2005).

Saha kontrol merkezinin hava trafik kontrol hizmeti verdiği alan, uçuş bilgi bölgesi (Flight Information Region-FIR) olarak adlandırılır. Uçuş bilgi bölgesi içerisindeki hava yollarında uçan hava araçları saha kontrol hizmeti alırlar. Saha kontrol hizmeti yaklaşma kontrol hizmetinde olduğu gibi radarlı ya da radarsız verilmektedir.

Uçuş Bilgi Hizmeti

Havacılıkta Uçuş Bilgi Bölgesi (Flight Information Region-FIR), bir uçuş bilgi hizmetinin ve bir uyarı hizmetinin sağlandığı tanımlanmış bir hava sahası bölgesidir. Bugün dünyada kullanılan en büyük düzenli hava sahası bölümüdür ve sabit standartlara göre oluşturulmamıştır. Oluşturulmaları teknik, idari, operasyonel ve bazı durumlarda tarihsel değerlendirmelere dayanır. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization-ICAO) tarafından hazırlanan normlara bağlı olarak her devlet, belirtilen sebepleri göz önünde bulundurarak kendi hava sahasında ve bitişik bir hava sahasının bir bölümünde bu hizmet bölgesini oluşturabilir (Leon, 2021). Uçuş bilgi bölgelerinde uçuşların emniyetli ve verimli bir şekilde yürütülebilmesi için hava araçlarına faydalı tavsiye ve bilgileri sağlanır. Uçuş Bilgi Merkezi ise (Flight Information Center-FIC), bu bölge içerisinde uçuş bilgi hizmeti ve ikaz hizmeti sunan bir ünedir. Uçuş bilgi hizmeti hava trafik kontrol hizmeti sağlanan bütün hava araçlarına veya kontrol hizmeti verilmeyen ancak ilgili hava trafik hizmet ünitelerince bilinen diğer hava araçlarına sağlanmaktadır (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001). Bu hizmetin amacı uçuşu etkileyebilecek seyrüsefer yardımcılarını ile ilgili bilgileri, meydan manevra sahalarını kar, buz veya fazla miktardaki suyun etkilediği durumları, meydan ve meydanadaki kolaylıkların, durumlarındaki değişiklikler ile ilgili bilgileri ve uçuş emniyetini etkileyebilecek diğer bilgileri ilgili birimlere ve kişilere sunmaktır.

Uçuş bilgi hizmetleri IFR (aletli) uçuşlara sağlandığında kalkış, varış, yedek meydanlarda mevcut veya ilerisi için tahmin edilen hava durumu ile ilgili bilgileri kapsamaktadır. Bu bilgilerin yanı sıra kontrol sahaları ve kontrol alanları dışında uçuşların birbiri ile çarpışma tehlikesine ait bilgileri ve deniz üzerindeki uçuşlarda, pilotlar tarafından talep edildiğinde ve mümkün olduğunda bu sahada bulunan gemiler ile ilgili bilgileri de içermektedir. Bunlara ilave olarak bu hizmet volkanik patlamalar, atmosfer içerisindeki radyoaktif maddeler ve

kimyasallar, seyrüsefer yardımcılarının çalışma durumları, mevcut hava koşulları, balonlar gibi özellikle uçuş emniyetini etkileyebilecek pek çok bilgiyi de kapsamaktadır (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2005).

Uçuş bilgi hizmet yayınları Yüksek Frekans (High Frequency: HF), Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency: VHF) ve Otomatik Terminal Bilgi Hizmeti (Automatic Terminal Information Service: ATIS) olmak üzere üç çeşittir.

Uyarı hizmeti

Hava trafik kontrol hizmeti, uçuş planını doldurmuş olan ve hava trafik hizmet birimlerince bilinen tüm hava araçlarına ve kanunsuz girişime uğramış hava araçlarına hava trafik kontrolörlerince uyarı hizmeti sağlanır (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001).

Uyarı hizmetini sağlayan uçuş bilgi hizmetleri veya saha kontrol merkezleri, kontrol sahaları içinde uçuş yapan bir hava aracının acil durumu ile ilgili bilgilerini toplar ve topladıkları bu bilgileri ilgili koordinasyon merkezine iletirler. Yaklaşma kontrol birimi veya meydan kontrol biriminin kontrolündeki hava aracı acil bir durumla karşılaştığında, bu üniteler sorumlu uçuş bilgi merkezi veya saha kontrol merkezini uyarırlar.

Hava aracı ile son iletişimin yapılmasından sonraki otuz dakika içerisinde hiçbir haberleşme bağlantısı kurulamamışsa ya da hava aracı muhtemel varış zamanına göre otuz dakika geçmiş olmasına rağmen iniş yapmamışsa şüphe hali ilan eldir. Şüphe hali aşamasından sonra hava aracıyla ilgili herhangi bir haber alınmadığında, iniş izni verilmiş bir uçak tahmini iniş zamanından sonraki beş dakika içerisinde iniş yapmamışsa, uçağın zorunlu iniş yapmasını gerektirmeyecek şekilde normal çalışmasının aksadığına ait bir bilgi alınmamışsa ya da uçak kanunsuz girişime uğramışsa alarm hali ilan edilir. Alarm halinden sonra hava aracı ile iletişim kurulamamışsa, hava aracının bir meydana inmek için yakıtı yetersizse, zorunlu iniş yapmasını gerektirecek bir mekanik bir sorunu olduğu biliniyorsa veya hava aracının zorunlu iniş yaptığı veya yapacağı öğrenilmemişse tehlike hali ilan edilir. Acil bir durum başladığında acil durumdaki hava aracının bilinen son konumuna göre uçabileceği en uzak mesafe belirlenir ve olası konumu harita üzerinde bulunur. Bu hava aracının etrafındaki diğer hava araçlarının da olası konumları yakıt durumlarına göre haritada işaretlenir. Diğer hava araçları acil durumla ilgili olarak bilgilendirilirler (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001).

Hava trafik hizmetlerinin yanı sıra hava trafik akış yönetimi ve hava sahası yönetimi hava trafik yönetiminin diğer bileşenleridir. Hava trafik akış yönetimi düzenli ve hızlı trafik

akışını sağlarken, hava sahası yönetimi ise hava sahası yapısını planlar. Akış yönetimi ve hava sahası yönetimi havaalanı kapasitesini en verimli kullanabilmek için bekleme sürelerini en aza indirerek mevcut hava sahasının kullanımını desteklemektedirler.

Hava Trafik Akış Yönetimi

Hava Trafik Akış Yönetimi emniyetli, verimli ve hızlandırılmış bir hava trafiği akışını destekleme amacını gerçekleştirmek için bir dizi önlemleri kapsamaktadır. Öngörülemeyen hava koşulları ve kapasite kesintilerinden kaynaklanan rahatsızlıkları gidermek için hem uzun vadeli hem de kısa vadeli önlemler dikkate alınmaktadır. Bu önlemlerin etkinliği, büyük ölçüde, değiş tokuş edilen bilgilerin miktarına, doğruluğuna ve zamanında olmasına bağlıdır (Kistan, Gardi, Sabatini, Ramasamy ve Batuwangala, 2017). Düzenli ve emniyetli hava trafik akışının sağlanması amacıyla hava trafik kontrolünün mümkün olan en fazla kapasite ile kullanılmasını sağlayarak ve hava trafik hizmeti otoritesi tarafından belirtilen kapasite ile bu trafik seviyesinde uygun olarak sağlanan hizmet hava trafik akış yönetimidir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2001). Diğer bir ifade ile hava trafik akış yönetimi en uygun hava trafik yapısını sağlamak için hava trafik kontrole destek sağlar. Hizmetlerdeki kalite, uçuşun dakiklığı ve esnekliği, planlama fonksiyonları ve çizelgelemenin kullanımıyla en iyi duruma getirilmeye çalışılır. Tüm işlemler stratejik akış yönetimi, en uygun akış düzenlemesi ve taktik akış planlamasını kapsamaktadır.

Kısaca hava trafik akışını optimize etmek hem yerdeki hem de havadaki bekleme sürelerinin maliyetini düşürmek ve uygun emniyet tedbirleri ile sistemin aşırı yüklenmesini önlemektir (Janic, 2000). Bunlar yapılırken diğer bir taraftan da hava durumu ve olumsuz hava durumundan dolayı meydana gelen yığılma ile ortaya çıkan karışıklıklar en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Hava sahası üzerindeki talep ve kapasite dengesizliklerini yirmi dört saat boyunca tespit etmek akış yönetim hizmetinin kapsamındadır. Ayrıca kullanıcıların tarife bütünlüğü ile sistem kaynaklarının aşırı yüklenmesi riskini hesaba katarak kullanıcı tercihi ve sermaye gerekliliklerini emniyet standartlarının dışına çıkmadan dengelemeye çalışır. Bunları yaparken de havaalanı kalkış iniş oranları, kapı mevcudiyeti ve sektör kapasitelerini kullanır. Hizmet sağlayıcı ile kullanıcı arasındaki ortak amaç akış yönetim hizmetinin merkezini oluşturur (Sipe ve ark., 2005).

Hava Sahası Yönetimi

Hava trafik hizmet sistemi içerisinde uçuş faaliyetleri hava sahası içerisinde gerçekleştiği için hava sahası yönetimi hava trafik yönetimi için önemlidir. Hava trafik yönetiminin temel bir yönü, trafik talebini mevcut hava sahası kapasitesi ile dengelemektir. Talebin kapasiteyi

aşacağı tahmin ediliyorsa (örneğin, hava durumuyla ilgili tıkanıklık, kontrolör iş yükü vb. nedeniyle), trafik akışları, yol, yer gecikmeleri ve taktik rotalar gibi çeşitli yöntemler kullanılarak kısıtlanır. Tüm bu yöntemler, gecikmelere ve kullanıcılar için ekstra maliyetlere neden olur (Lee ve ark., 2011). Bu nedenle havadaki beklemelerinin minimum olduğu, minimum yakıtın kullanmak için en uygun yolu ve uçuş irtifasını kullanıldığı, diğer hava araçları ile çarpışma tehlikesinin en az olduğu mevcut ve uzun vadeli trafik talebini karşılayan ve hava trafik kontrolörlerinin iş yükünün en az olduğu hava sahasını kullanmak önemlidir (Açikel, 2016).

Hava sahası yönetimi hava sahasının altyapısını, hava sahasının tahsis ve organizasyonunu, sunulan hava trafik hizmetlerinin sınıflandırılmasını, uçakların gerekli yeteneklerini, rota seviyelerini, CNS/ATM tesis ve hizmetlerini ve uygulanan ayırma minimalarına bağlı olarak hesaplanmış kapasiteyi kapsamaktadır (Janic, 2000). Ayrıca hava sahası yönetimi hava trafik hizmet gerekliliklerini günlük olarak tahmin etmektedir. Bunlara ek olarak sektör sınırlarını ayarlar, yolları oluşturur, ayırma yapar ve akış, trafik ve ayırma için diğer hava sahası kaynaklarını konumlandırır (Sipe ve ark., 2005).

Hava Trafik Kontrol Yönetiminde Hava Trafik Kontrolörünün Rölü ve Önemi

Hava araçlarının uçuş operasyonlarını gerçekleştirmesi, insanların düşündüğünden çok daha fazla sahne arkası çabayı gerektirmektedir. Herhangi bir hava aracının emniyetli bir şekilde işletilmesi için en vazgeçilmez işlevlerden biri, uçağın kalkışından inişine kadar koordine eden hava trafik kontrolörleri tarafından sağlanan hava trafik kontrol hizmetleridir (Wang, 2021). Hava trafik kontrolörleri, hava trafik kontrolünün operasyonel emniyetini sağlamanın anahtarı olan çarpışmaları önleme, organize etme ve hava trafiği akışını hızlandırmak için uçakları yerde ve kontrollü hava sahasında yönlendirmektedirler (Lin ve ark., 2021). Dünya çapında yıllık hava yolcu trafiği 2017 yılında 8,2 milyar yolcuyu aştı ve 2034 yılına kadar yıllık %4,3 büyüme oranıyla iki katına çıkması beklenmektedir. Dolayısıyla 2040 yılına kadar bu sayı 20,9 milyar yolcuya ulaşacaktır. Artan bu trafik talebini karşılayabilmek için havalimanı altyapılarının adapte edilmesi ve verimliliklerinin artırılması gerekmektedir. Bir havalimanının performansını ölçmek için kullanılan değişkenlerden birisi o havalimanının kapasitesidir. Diğer bir deyişle, referans yönetmeliğe bağlı kalarak ve hizmet kalitesi seviyesini dikkate alarak, belirli bir altyapı ile birim zamanda ele alınabilecek uçak hareket sayısı kapasiteyi belirlemektedir (Di Mascio, 2021). Havayoluna artan bu talep düşünüldüğünde dünyayı birbirine bağlayan hava ulaşım ağının olmazsa olmazı, kapasiteyi en etkin yönetecek elemanı da hava trafik kontrolörleridir (Açikel, 2016). Bu nedenle hava trafik kontrolörlerinin dikkatsizlik, yorgunluk, beceri yoksunluğu gibi performanslarını düşüren etkiler nedeniyle

sadece uçuş emniyeti değil, aynı zamanda dünya ve ülkeler de çok ciddi ekonomik ve sosyal kayıplara uğrayabilmektedir. Hava trafik kontrolörleri hava yolu taşımacılığında emniyeti, verimliliği ve etkinliği sağlayan en önemli meslek grubudur (Turhan, 2007). Bu önem uçuşların merkezinde yer almalarından ve birim zamanda diğer operatörlere göre çok daha fazla uçuşa hizmet vermelerinden kaynaklanmaktadır. Çok az meslekte bu kadar fazla insanın hayatını ve işletmenin etkinliğini etkileyen katma değer yaratma potansiyeli vardır.

Hava Trafik Kontrolörlerinin Görevi

Hava trafik kontrolörlerin işi, emniyetli ve verimli hava trafik yönetimi ile sonuçlanan çeşitli görevleri yerine getirmek için yüksek düzeyde bilgi ve bilişsel becerilere sahip olmasını gerektirir. Kontrolörlerin çalışma ortamlarındaki potansiyel stres faktörleri, performanslarını ve refahlarını etkileyebilir (Hancock, 1989; Shahsavarani, Azad Marz Abadi ve Hâkimi Kalkhoran, 2015). Kontrolörler sorumluluklarında olan hava araçları pilotlarına telsiz/radyo frekansı aracılığıyla ile ilgili gerekli tavsiye, bilgi ve talimatları iletirler. Bu süreçte kontrolörler operasyonda görevli diğer yardımcı ünitelerle birlikte çalışarak, teknolojik yeniliklere takip ederek ve uyum sağlayarak aynı zamanda bunlardan faydalanarak kendi kontrol sahasındaki hava araçlarına aynı anda hava trafik kontrol hizmeti sağlayarak emniyetli, düzenli bir şekilde uçmalarını, gecikmesiz kalkışlarını ve varışlarını yönetmektedirler. Başka bir ifadeyle kontrolörler hava trafik kontrol çevresinden gelen bütün bilgileri işlemektedirler (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü [SHGM], 2021). Kontrolörlerin hızlı karar verme, izleme, dikkatli olma ve yoğun iş yükü şartları altında çalışmaları gerekmektedir. Olumsuz meteorolojik şartlar, hava araçlarında ortaya çıkan arızalar, hava aracında veya havalimanlarında olabilecek acil durumlarda hava araçlarının seyrüseferini, bir noktadan bir başka noktaya olan uçuşlarını, iniş ve kalkışlarında ortaya çıkabilecek sorunlarla ilgili anlık planlamaları yapmaları gerekmektedir. Hava trafik kontrolörleri görevleri süresince hava ve/veya yer trafiği izler ve denetlerler. Kontrolörler, hava araçlarına talimat verirken aralarındaki emniyetli yatay ve dikey ayırma mesafelerini sağlamakla sorumludurlar. Bu nedenle görevleri her zaman ve her koşulda dikkatli ve tedbirli olmalarını gerekmektedir (Turhan, 2001). Görevlerini yerine getirirken 360 derece bilgi toplama sayesinde durum farkındalıklarını en üst düzeyde tutmak zorundadırlar. Çalışırken yaşanabilecek herhangi bir acil durumda ya da bir uçak kazasını tecrübe ederken bile işlerine devam etmek zorundadırlar. Bu durum belki de işlerinin en zor yönlerinden bir tanesidir.

Mesleğinde uzmanlaşmış bir kontrolörün faaliyetleri üç başlıkta toplanabilir: İlki, hava trafik kontrolörünün hava araçlarını kabul ve yönlendirmesidir. Bu yapabilmek içinde pilotlarla temas kurması ve iletişim faaliyetinde bulunmasıdır. İkincisi, kâğıt ya da dijital uçuş

bilgi stripleri (Hava araçlarının uçuş ve tanıtma bilgilerini içeren kâğıt ya da dijital şeritlerdir. Kontrolörler hava araçlarının uçuşunu takip ederken bu stripler üzerine işaretlemeler yaparak ve stripleri organize ederek kullanırlar.) ile ilgili olan işaretleme ve yenilemeyi içeren uçuş izleme ve koordine etme faaliyetlerini yerine getirmesidir. Üçüncüsü ise, radar ekranını takip etmesi ve trafiği yönetmesi gibi radar faaliyetleridir. Kontrolörler tüm bu faaliyetleri aynı anda yapmak zorundadır. Bu nedenle, yüksek konsantrasyon, yetkinlik, beceri ve iyi bir mesleki eğitimin yanında emniyet kültürüne sahip olmalarını gerektirmektedir.

Bir hava aracı herhangi bir A havalimanından B havalimanına gideceği zaman kalkıp, istediği yoldan istediği gibi uçamaz. Hava trafik yolu denilen belirlenmiş hava koridorlarından uçuşması ve hava trafik kontrolörlerinin verdiği talimatlara uyması gerekir. İşte bu yüzden pilotlar, hava aracının motor çalıştırmasından kalkışına, hava koridorundaki uçuşundan tırmanacağı uçuş seviyesine, muhafaza etmesi gereken hızdan alçalmasına, gideceği havalimanındaki inişinden, park yerine kadar hava trafik kontrolörlerinden izin ve talimat almak zorundadır (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü [SHGM], 2021; Turhan, 2001). Bu uyum gerekliliğinin temel nedeni hava trafik kontrolörlerinin uçuşlar ile ilgili tablonun bütününe hâkim olmalarıdır.

Hava trafik kontrolörleri saha, yaklaşma veya meydan kontrolörü olarak çalışılmasına bağlı olarak farklı görevler yapabilirler. Bu görevler de şu şekilde sıralanabilir (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü [SHGM], 2021):

- Hava araçları ile telsiz ve/veya radar temasını korumak,
- Hava araçlarının yol boyu veya havalimanındaki hareketini yönlendirmek,
- Hava araçlarına tırmanma veya alçalma konusunda talimatlar vermek ve nihai seyir seviyesini tahsis etmek,
- Hava araçlarına meteoroloji hakkında bilgiler sağlamak,
- Hava araçları arasında asgari mesafelerin muhafaza edilmesini sağlamak,
- Acil durumları ve planlamak ve harici trafiği sevk ve idare etmek.
- Pistte veya pistten gerçekleştirilecek hareketleri kontrol etmek,
- Uçakların terminal etrafındaki yer hareketlerini sevk ve idare etmek,
- Araçların havalimanı etrafındaki yer hareketlerini sevk ve idare etmek.

Günümüzde HTY'nin en önemli parçası hava trafik kontrolörleridir. Kontrolörler, uçakların bir noktadan ulaşmak istedikleri başka bir noktaya uçuşlarının tüm aşamalarında diğer uçaklarla, engellerle ve diğer araçlarla aralarındaki dikey ve yatay emniyet mesafesini korumaktan sorumludurlar (Turhan ve Usanmaz, 2004). Hava trafik kontrolörünün temel amacı uçuş emniyetini sağlamaktır. Fakat aynı zamanda bu emniyeti sağlamaktan dolayı oluşan uçuş gecikmelerini de en aza indirmeye çalışırlar. Kontrolörlerin hava trafiğini yönetmek için zihninde uçak hareketlerini ve konumlarını zaman boyutu ile birlikte dört boyutlu olarak canlandırma yeteneklerinin olması gerekir. Bu dört boyutlu canlandırmayı muhafaza etmeye çalışarak uçaklara gerekli talimatları vermeleri gerekmektedir (Yaman, 2010). Hava trafik kontrolörleri görevlerini yerine getirirken hem zihinsel hem de fiziksel iş yüküne maruz kalmaktadırlar.

Hava Trafik Kontrolörlerinin İş Yükü

İş yükü, bir görevi çözmek için gereken bilişsel talepleri tanımlar. Bu tanımları takiben, hataları en aza indirmek ve insan performansını artırmak için iş yükünün kayıt altına alınması ve değerlendirilmesi özellikle önemlidir. Bu durum özellikle bilişsel gereksinimleri ve sorumluluğu yüksek mesleklerde ortaya çıkar. Bu gibi durumlarda çalışanlar zor durumlarda dahi performanslarını sürdürmek zorundadırlar. Hava trafik kontrolü de bu tür emniyet ve güvenlik açısından kritik ortamlardan birisidir (Radüntz ve ark., 2021).

İş yükü, operatörün maruz kaldığı, hedeflenen görev talepleri, bu talepleri karşılamak için operatör tarafından sarf edilen zihinsel çabayı, operatörün performansı, operatörün psikolojik durumu ve sarf edilen çabadaki kişisel tercihleri olarak tanımlanmaktadır. Kısaca iş yükü operatörün maruz kaldığı çevresel talepleri ve bu talepleri karşılayabilmek için operatörün yetenekleri arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır (Turhan, 2001).

Hava trafik kontrolörünün iş yükü, hava sahasının karmaşıklığı ve hava trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Trafik ve sektör özellikleri ile ilgili karmaşıklık faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin kontrolör iş yükü ile ilişkilerinin ölçülmesi konusunda gösterilen çabalar her geçen gün artmaktadır.

Hava trafik kontrol, operasyonel gerekliliklerin karşılanması için büyük bir kontrollü hava sahasını daha küçük kısımlara bölmektedir. Her sektörde, kontrolörler, uçakların zamansal ve mekânsal ayırımına ilişkin düzenlemelere tabi olarak, uygun bir uçuş yolu kombinasyonu bularak hava trafik kontrol problemini çözmektedir (Mannino ve ark., 2021). Böyle bir işlem iki seviyede gerçekleştirilir. Hava sahası ilk seviyede, meydan kontrol bölgelerine, terminal sahalarına ve düşük-yüksek irtifalı yol sahalarına bölünür. Diğer seviyede ise, bu sahalar

her biri, “hava trafik kontrol sektörleri” olarak adlandırılan daha küçük kısımlara ayrılırlar her bir sektöre, burada hareket eden hava trafiğini takip ve kontrol etmekten sorumlu bir ya da daha fazla hava trafik kontrolörü görevlendirilir (Majumdar ve Ochieng, 2001; Turhan, 2007).

Hava trafik kontrolörünün iş yükü, kontrol ettikleri hava sahasının karmaşıklığı ve hava trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Trafik ve sektör özellikleri ile ilgili karmaşıklık faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin kontrolör iş yükü ile ilişkilerinin ölçülmesi konusunda yapılan araştırma sayıları da artmaktadır (Açikel, 2016).

Kontrolör Performansını Etkileyen Faktörler

Görsel ve uzun süreli bellek, hipertansiyon, temel tıbbi uygunluk gibi fizyolojik; insan hataları ve yönetimi, stres, yorgunluk, depresyon, anksiyete, aile sorunları, kişilik bozuklukları, güven, kayıtsızlık, aşırı güven, duygusal istikrar, motivasyon, algı gibi psikolojik; iletişim sorunları, net ifade ve dil yeteneği, ekip halinde çalışma, iş yükü, vardiyalı çalışma sorunları gibi sosyal psikolojik; ergonomik ilkeler, yani ekipman kurulumu ve yeni teknolojilerle çalışma, can sıkıntısı, uyanıklık, monotonluk, mekânsal yetenek, ayrıntılara dikkat, planlama ve karar verme, eylem yürütme gibi hava trafik kontrolörlerinin ortamı; düzenleme becerileri, durum farkındalığı, görev ve sorumluluk duygusu, problem çözme - karar verme becerileri, sunum dâhil yetkinlikler ve iletişim becerileri, liderlik becerileri - takım ruhu, iş bilgisi ve uygulaması, girişim – uygunluk, kalite, sağlık, güvenlik ve çevre gibi tüm bu faktörler hava trafik kontrolörü performansını etkilemektedir (Shafique, 2014). Kontrolörlerin performansında etkili olan tüm bu faktörler bireysel farklılıklar, duyuşsal faktörler, bilişsel faktörler ve durum farkındalığı olarak da sınıflanmaktadır. Daha emniyetli hava trafik kontrol hizmetleri verebilmek için hava trafik kontrolörü performansını etkileyen tüm parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Bunların arasında özellikle bireysel farklılıklar belirlenerek hava trafik kontrol hizmeti üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması sağlanabilir. Ekip kaynak yönetimi uygulamaları ile bahsedilen konularda ve özellikle takım çalışması ve etkin iletişim becerilerinin geliştirilmesi ve dolayısıyla performansın artırılması sağlanabilir. Ekip kaynak yönetimi ve yorgunluk yönetimi çalışmaları pilotlardan sonra kontrolörler içinde uygulamalara dahil edilmeye başlanmış ancak özellikle ülkemizde yeterli değildir.

Bilişsel Yeteneklerdeki Farklılıklar

Bilişsel düzeydeki bazı farklılıklar bireylerin iş performanslarında farklılıklara sebebiyet verebilir. Özellikle yeni şeylerin öğrenilmesi ve görevlerin yerine getirilmesinde öğrenme yeteneği, dikkat/konsantrasyon ve bellek kapasitesi bireyden bireye farklılaşabilir. Bazı bireyler yeteneklerinden dolayı belirli bir durumdaki farklılığa daha esnek ve kolay

adapte olabilmekte, bazı bireyler ise zorluklar yaşamaktadır. Hava trafik kontrolde de işin doğası gereği bunlarla sıkça karşılaşılmaktadır. Zorluklarla başa çıkmak için hava trafik kontrolörlerinin gerekli bilişsel kapasiteye sahip olması gerekmektedir. Ayrıca problemleri tespit edebilme ve bu problemleri çözme becerilerinin de kazanılmış olması gerekmektedir (Turhan, 2007).

Yaş ve Tecrübe

Duyusal, motor ve bilişsel faaliyet gerektiren uzun süreli görevlerde yaş bireylerin performansını etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda bilişsel süreçler ve performansın yaş ile ters orantılı olduğu belirlenmiştir. İlerleyen yaşla birlikte genellikle çoğu beceride bir gerileme söz konusu olsa da, bazı bireylerde farklı durumlar ortaya çıkabilmektedir. İlerleyen yaşla bilgiyi kullanma zorlaşmaktadır. Bunun nedeni bellek kapasitesi, sınırlı işlem kapasitesi ve bilginin işlenmesi arasındaki koordinasyon zayıflamasıdır. Bu durum hava trafik kontrolde meydan etrafındaki trafikler ve radar bilgilerinin izlenmesi gibi dikkat gerektirdiği işlerde istenmeyen sonuçlara neden olabilmektedir(Turhan, 2007). Kontrolörlerin çalışma sürelerine ve çalıştıkları hava sahası ortamlarına bağlı olarak tecrübeleri farklılık göstermektedir. Genç bir kontrolör bilişsel ve fiziksel açıdan daha iyi bir çalışma performansı potansiyeline sahip iken iş tecrübesi açısından yetkin değildir. Diğer taraftan ileri yaşlardaki deneyimli bir kontrolör ise fiziksel ve bilişsel açıdan yetersizlik gösterebilme potansiyeline sahiptir. Ancak yaşanabilecek bir acil durumun yönetilmesinde gerekli karar alma ve yönetme yetkinliğini gösterebilir. Bu durumda yaş ve tecrübenin kesiştiği bir aralıkta yer alan kontrolörlerin gerekli çalışma performansına ve verimliliğe sahip olabilecekleri söylenebilir. Söz gelimi 5-10 yıl arasında deneyime sahip ve 30-40 yaş aralığında bir kontrolör bu duruma örnek olarak verilebilir. Ekipler oluşturulurken bu faktörler dikkate alınarak farklı iş tecrübesi ve yaş düzeylerine sahip kontrolörler bir araya getirilmelidir.

Cinsiyet

Cinsiyet, yapılan araştırmaların en güçlü değişkenlerinden birisidir. Test ve anketlerin ilk sorularından birisi olan “Cinsiyetiniz nedir?” sorusu, araştırılan konunun kadın ve erkeğe göre farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymak için yer almaktadır. Ancak cinsiyet kavramının çalışmalarda ve/veya diğer tüm mecalarda kullanılması “cinsiyet ayrımcılığını” körüklediği için eleştirilmektedir. Ancak alan yazında cinsiyet farklılığının özellikle matematiksel ve sözel beceri performansını etkilediği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Bu araştırma sonuçlarına göre kadınlar yüz ifadelerini okumada, tat ve kokuyu algılamada, alçak sesleri duymada erkeklere göre daha iyidir. Ayrıca kadınların limbik sistemlerinin, daha büyük

olduğu ve bu nedenle daha kolay bağ kurabildikleri ve yine aynı nedenle depresyona girme eğilimlerinin de erkeklere göre daha fazla olduğu belirtilmektedir. Testosteron sayesinde de erkek beyni cisimlere, eylemlere ve rekabete daha eğilimlidir. Bu nedenle de, yön duyguları, üç boyutlu görme ve matematik yetenekleri daha güçlüdür (Arıkan, 2011). Diğer yandan, kadınlar, ana dillerini 10 bin kelimedenden fazla kelime kullanarak konuşabilmektedir. Çoğu erkeğe, dili üç bin kelimeyle sınırlar. Bu nedenle kadın, yabancı dil öğrenmede daha yeteneklidir. Kadınlar sanatsal ve sosyal olaylarda daha yaratıcıdır ama yön bulmada ve mekânsal becerilerde (örneğin, iki araba arasına park etmede), erkekler kadar başarılı değildir. Araştırmacılar özellikle kadınlar ve erkeklerdeki limbik sistem ve konuşma alanlarındaki hacim farklılıklarına dikkat çekmektedir. Testosteron hormonunun beynin konuşma bölümündeki olumsuz etkisi nedeniyle erkeklerin konuşma konusunda kadınlara göre daha zayıf olduğu belirtilmektedir. Görsel-uzamsal/geometrik beceriler cinsiyet farklılığının pek çok araştırmayla ortaya konulduğu değişkenlerden birisidir. Çok sayıda çalışma görsel uzamsal becerilerde erkeklerin kadınlardan daha üstün olduğunu ortaya koymuştur (Ayatola ve Adedeji,2009; Druva-Roush ve Wa, 1989; Linn ve Peterson, 1985).

Cinsiyet konusunda kontrolörlük mesleğine uygun olarak seçilmiş ve uygun eğitim süreçlerine alınmış ve bu eğitimi başarıyla tamamlamış kontrolör adayları arasında çalışma performansı açısından önemli farklılıklar görülmemesi gereklidir. Yaş ve tecrübe konusunda olduğu gibi kontrolör ekiplerinin oluşturulmasında cinsiyet açısından dengeli bir bakış açısında göre hareket edilmelidir.

Kişilik

Kişilik, bir bireyin belirli şekillerde davranmasına neden olan kalıcı yatkinliklerini tanımlar. ‘Durumlar’ davranış veya ruh halindeki geçici değişiklikleri temsil ederken, ‘özellikler’ bir bireyin kişiliğini oluşturan özellikleridir. Davranış, diğer insanların gözlemleyebildiği ve bunlara dayanarak o bireylerle ilgili yargılar oluşturdukları eylemlerdir. Kişilik, davranış gibi gözlemlenebilir eylemleri de içerse de, bir bireyin doğduğundan itibaren şekillenen duygu, düşünce ve davranışlarını etkileyen özelliklerden oluşur. Birey davranışı seçebilir, ancak içedönük veya dışadönük olmak gibi genetik olarak belirlenmiş, doğuştan gelen kişilik özelliklerini değiştirmek zordur. Davranışı başkalarının ihtiyaç ve beklentilerini karşılayacak şekilde uyarlama gerekliliğinin kabulü, olgunlaşma sürecinin bir parçasıdır. İnsan etkileşiminin zevkli olmasının yanlarından biri kişilikteki bireysel farklılıklara atfedilebilir. Bu, sosyal etkileşimde bir güç ve kültürel çeşitliliğin zenginliği olsa da, kişilik özellikleri yaptığı mesleğe uygun olmayan insanların varlığı sorunlara yol açabilir. Hava trafik kontrolörü adayları seçilirken uygun kişilik testleri kullanılarak mesleğin doğasına yatkin ve

zorlukları ile baş edebilecek aynı zamanda iyi bir takım çalışması performansı göstermeye yatkın bireyler tercih edilmelidir.

Motivasyon

İnsan performansı sadece yeteneği ölçerek tahmin edilemez. Motivasyon, bir kişiyi belirli hedefler peşinde koşmaya yönlendiren güçleri hesaba katar ve bir kişinin yapabilecekleri ile yapacakları arasındaki farkı yansıtır.

Alan yazında motivasyon, bir ödülün algılanan değeri ve elde edilme olasılığı olarak gösterilmektedir. Bireyler ödüllere farklı düzeyde değerler verir; örneğin biri paraya çok değer verirken, diğerleri terfi, tanınma veya sosyal statü gibi manevi ödüllerden yana olabilir. Bir kişi bir ödül elde etme çabasının fark edilmediğini düşünüyorsa, o zaman birey tarafından çok değerli olsa bile ödülün çok az faydası olduğu hissedilebilir. Ödül için belli bir miktar çaba gerekecektir, ancak bu performansla eş anlamlı değildir. Diğer iki değişkeni, doğal yetenekleri ve öğrenilmiş becerileri de dâhil etmek gerekir. Performansının sonucunda birey gurur veya başarı gibi içsel veya ücret veya terfi gibi dışsal ödüllere ulaşabilir. Ödüllerin performansa bağlı olduğu görülürse, daha yüksek performansla sonuçlanan daha yüksek iş tatmini elde edilecektir. Pek çok insan, ulaşılması gereken net hedefleri varsa ve bunların gerçekçi olması koşuluyla, iş tatminine katkıda bulunabilirlerse daha mutlu hisseder. İş tatminini artırmanın temel araçları arasında iş zenginleştirme ve iş genişletme yer alır.

Benlik saygısı veya benlik kavramı da motivasyonda önemli bir faktördür. Benlik saygısına sahip olmak, kendine saygı duymak ve kendini anlamak, güçlü yönler kadar zayıf yönlerinin de farkında olmaktır. Olumlu benlik kavramına sahip bir birey, kendininki kadar diğerlerinin de hatalarını veya aksilikleri utanç, suçluluk veya suçlama olmadan kabul edebilecektir. Olumlu benlik kavramı geliştikçe, birey kendini başkalarına kanıtlamaya daha az ihtiyaç duyacak ve görevlerine başarısızlık veya yenilgi korkusu olmadan yaklaşacaktır. Terfi, genellikle bir ödül olarak algılanır, benlik saygısını ve benlik algısını olumlu yönde etkiler. Bununla birlikte, bu ödülle birlikte artan bir sorumluluk düzeyi ve uçuş emniyetini sağlamak için gereken öz disiplin ihtiyacı gelir (Campbell ve Bagshaw, 2003). Hava trafik kontrolörlüğü mesleğini seçen kişilerin bu mesleğe yapmaya yönelik motivasyonlarının güçlü olmasına, mesleğin sunduğu ödülleri değerli bulmalarına dikkat edilmelidir.

Durum Farkındalığı

Hava trafik kontrolü, hava trafik kontrolörlerinin bir sistemin radar ekranları, Ultra Yüksek Frekans/Çok Yüksek Frekans (Ultra High Frequency/ Very High Frequency: UHF/VHF)

telsizleri, otomasyon araçları, pilotlar, diğer hava trafik kontrolörleri ve hava trafik yönetimi personeli gibi çeşitli teknik ve sosyal unsurlarıyla etkileşim halinde olduğu karmaşık bir yapıdır. Bu nedenle yüksek düzeyde bir durum farkındalığı hava trafik kontrolörlerin iyi kararlar vermesi için önemlidir. Bu karmaşık iş yapısı, hava trafik kontrolörlerinin devam eden trafik durumuyla ilgili durum farkındalıklarını elde etmeye ve sürdürmeye çalışırken bilgi işleme yeteneklerini zorlar. Uçağın çakışma tehlikesi altında olmadığından emin olmak için, hava trafik kontrolörlerinin diğer uçakların mevcut ve gelecekteki üç boyutlu konumlarını değerlendirmek için iki boyutlu radar ekranlarını taramaları gerekir. Bu konumları değerlendirirken rüzgâr hızı, hava durumu ve uçağın performans özellikleri gibi birçok faktörü hesaba katmaları gerekir. Durum farkındalığın sürdürülmesi, operasyonel ortamın birçok özelliğinin algılanmasını ve bu bilgilerin uzun süreli bellekte depolanan bilgilerle bütünleştirilmesini, böylece mevcut operasyonel hedeflerle ilişkisinin belirlenebilmesini gerektirir. Aynı zamanda, operatörün sınırlı bilişsel kaynaklarının tükenmemesi için ilgisiz bilgilerin göz ardı edilirken, dikkatin çevredeki ilgili özelliklere tahsis edilmesini zorunlu kılar. Bunları yapabilmek için *algılama*, *kavrama* ve *yansıtma* olarak adlandırılan üç düzeyden oluşan bir süreç gerekmektedir. Düzey 1, algı; çevredeki ilgili unsurların durumunu, niteliklerini ve dinamiklerini belirlemeyi içerir. Hava trafik kontrolörlerinin diğer şeylerin yanı sıra, bir sektördeki uçağın göreceli konumunu, hızını ve uçuş yönünü algılaması gerekir. Düzey 2, anlama; algılanan bilgiyi arka plan bilgisi ve bilginin uygunluğunu belirlemek için mevcut operasyonel hedefler hakkındaki bilgilerle bütünleştirmeyi içerir. Bir hava trafik kontrolörünün, iki hava aracını göreceli konumu göz önüne alındığında, bunların ayrılmayı kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya olup olmadıklarını anlayabilmesi gerekir. Anlama, önceliklendirmede de yer alır ve ilk olarak hangi potansiyel sorunların ele alınması gerektiğini belirler. Düzey 3, projeksiyon; öğelerin gelecekteki durumlarını tahmin etmeyi içerir ve hava trafik kontrol faaliyetlerinde, belirli bir eylem planının çatışmayı çözüp çözmeyeceğini ve başka yan çatışmaların yaratılıp yaratılmayacağını belirlemek için kullanılır. Durum farkındalığının üç seviyesi, sırayla gerçekleştirilmesi gereken, esnetilemez aşamalar değildir; sıklıkla aynı anda da ortaya çıkabilirler (Vu ve Chiappe, 2017). Durum farkındalığı yüksek kontrolörler tıpkı iyi satranç oynayan oyuncular gibi hava trafiğinin sadece anlık durumu değil, aynı zamanda gelecekte durumu hakkındaki problemleri fark etme ve çözüm üretme açısından gerekli çalışma performansını gösterebileceklerdir.

Zaman Yönetimi

Zaman bir işin, bir oluşun içinde geçtiği, geçeceği veya geçmekte olduğu süre, vakit şeklinde tanımlanmaktadır. Zamanın yerine konması, geri döndürülmesi, yenilenmesi,

depolanması, satın alınması mümkün değildir. Zamanı fark etmek, etkili ve verimli bir şekilde kullanabilmek için onun iyi yönetilmesinin ön şart olduğu vurgulanmıştır. Zaman insanların çok çalışarak artıracabilecekleri bir kaynak değildir. Bu nedenle zaman yönetiminin amacı sınırlı olan zamanı artırmak değil, sınırlı zaman içinde yapılan faaliyetlerin nicelik ve niteliğini artırmaktır (Erdem, Pirinççi ve Dikmetaş, 2005). Zaman yönetiminin amacı, bireylerin zamanlarını verimli ve etkin bir şekilde kullanmalarını sağlayabilmektir. Zamanı verimli yönetmek ya da kullanmak, sahip olunan her saati, her dakikayı amaçlara uygun planlayarak kullanmak anlamına gelmektedir (Başak, Uzun ve Arslan, 2008). Günümüzde zamanın kullanımı ve yönetimi hava trafik kontrolörleri açısından çok önemli bir konudur.

Havacılık operasyonlarında işini doğru ve tam yapabilmesi için yeterli zamanın tanınması gerekmektedir. Yeterli zamanın verilmemesi havacılık operasyonlarını yürütenlerin emniyetli iş yapmalarına engeldir (Güçlü, 2001). Zaman baskısı gerilim ve huzursuzluk yaşanmasına neden olarak bireyi aceleciliğe, paniklemeğe itecek sonunda bireylerin davranışlarını ve yaptıkları işleri de olumsuz yönde etkileyecektir (Balci, 1990). Hava trafik kontrolünde ise kontrolörler uçak hızı ile orantılı olarak zamanla yarışmaktadır. Verdiği kararlar ve pilota ilettiği talimatlar ve izinler anlık gelişir ve hemen yapılmalıdır. Bu da kontrolörlerin üzerinde zaman baskısı yaratır. Kontrolörün zaman baskısı altında bilgiyi işleme, bilgi işleme sürecinde yoğun performans göstermesini gerektirir. Acil bir mesajın aktarılması için saha kontrol hizmetinin verildiği ortamda 11 saniye süreye ihtiyaç vardır. Kontrolör zaman baskısı altında, çözmeye çalıştığı sorun sebebiyle sorumluluğunda olan diğer trafiklerle ilgili gelişen herhangi bir diğer sorun veya sorunların farkına varamayabilir. Kontrolündeki uçak için iniş, kalkış, alçalma veya tırmanma talimatı vermeyi unutabilir ve bu hata kontrol ettiği sahada diğer uçaklarla ilgili emniyetsiz durumlar ortaya çıkarabilecek potansiyele sahiptir (Turhan, 2001).

Zaman yönetiminde amaç, kontrolörün kendisini ve sorumluluklarını kısıtlı zamanda istenen düzeyde planlaması ve gerçekleştirmesidir. Zamanın planlanması ile birlikte verimli bir şekilde kullanılması emniyetsiz durumları ortadan kaldırır (Güçlü, 2001). Bir kontrolör zaman yönetimi becerisine sahipse kontrol faaliyetleri ve iletişimi ile birlikte, diğer kaynakları da kullanarak çok sayıda bilgiyi birleştirebilir, değerlendirebilir ve yönetebilir (Turhan, 2001). Zamanın etkin kullanımı operasyonun emniyetini, kontrolörün performansını ve hava trafik akışının etkinliğini artıracaktır.

Takım Çalışmasına Yatkılık

Takımlar genellikle görev karmaşıklığının bireysel kapasiteyi aştığı, kararların değiş tokuş edilecek birden çok yönü olduğu, bilgi belirsizliğinin hâkim olduğu, hataların kritik sonuçları

olabileceği ve insanların yaşamlarının bireylerin kolektif iç görülerine bağlı olduğu ortamlarda görevlerini gerçekleştirmektedir (Salas, Cooke ve Rosen, 2008). Hava trafik kontrolörleri, hava araçlarını gökyüzünde ve yerde emniyetli bir şekilde yönlendirme hizmetini sunmak için birlikte çalışırlar. Kontrolörler, kontrol ortamına bağlı olarak hava sahasının belirli bir bölümünden, yani sektörler veya kontrol bölgelerinden sorumlu olarak tek başına, çiftler halinde veya gruplar halinde görev yaparlar. Hava trafik kontrolörleri, hava trafiği birkaç sektörden aktığından, rotayı her bir uçak için ve etraflarındaki sektörlerdeki uçaklar için en uygun ve mümkün olduğunca sorunsuz hale getirmek için sektörler arasındaki trafiği koordine ederler. Bu, emniyetli ve verimli bir ortam sağlamak için kontrolörler, pilotlar, yer hizmeti personeli ve diğer paydaşlar (havaalanları, havayolları, ordu vb.) arasında takım çalışmasını gerektirir (Svensson, Ohlander ve Lundberg, 2019). Takım çalışması kavramı hava trafik kontrolörleri için, iletişimde oldukları yönetici, pilot ve ilgili diğer personel ile aralarında iş süreçlerini ve yöntemlerini sürekli olarak geliştirmek, operasyonda gerekli faaliyet ve amaçları tespit etmek için birlikte çalışmalarını biçiminde tanımlanabilir (İnce, Bedük ve Aydoğan, 2004). İyi bir takım çalışması takımdaki bireylere görevlerinin doğru tanımlanması, görev amaçlarının belirlenmesi, görevleri gerçekleştirmek için gerekli süreçlere odaklanılması, takım ruhunun aşılması ve takım olarak çalışmaya uygun bireylerin seçilmesine bağlıdır. Takımın tüm bireyleri amaçları gerçekleştirmek ve takım performansını geliştirmek için çaba göstermelidirler. Aynı zamanda kurumsal olarak çalışanların takım uyumu ve performanslarını geliştirecek uygulamalı eğitim faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

İletişim

Hava seyrüsefer hizmetlerinin emniyeti ve verimliliği, güvenilir ve yüksek kaliteli ses ve veri iletişim yeteneklerine bağlıdır. Kontrolörler tarafından bir dizi sesli iletişim sistemi kullanılmaktadır. Kontrolör diğer kontrolörlerle, pilotlarla ve diğer ilgili havacılık personeli ile devamlı olarak iletişim kurmaktadır. Kontrolörler ünite içindeki veya başka bir üniteye kontrolörlerle konuşurken telefon sabit hatları kullanılırken, kontrolörler ve pilotlar arasında sesli iletişim için VHF veya HF telsiz kullanılır. Kontrolörlerin ve pilotların iletişim kurmasının bir başka yolu da yazılı metin mesajlarıdır. Kontrolör önceden tanımlanmış bir mesaj seçebilir veya serbest metin girebilir ve ardından bunu kokpitte bir bilgisayar ekranında görüntülediği şekliyle pilota gönderebilir. Bu iletişim aracı, Kontrolör-Pilot Veri Bağlantısı İletişimi (Controller-pilot data link communications- CPDLC) olarak adlandırılır. CPDLC, kontrolör-pilot sesli iletişim miktarını azaltır ve dünya çapında giderek artan sayıda alanda kullanılmaktadır. Sesli iletişimin yerini almasına ek olarak, CPDLC ayrıca yerleşik sistemlerden türetilen konum ve hız gibi hava aracı hakkında bilgileri de iletebilir. CPDLC,

özellikle Otomatik Bağımlı Gözetim Yayını (Automatic Dependent Surveillance Broadcast-ADS-B) olmak üzere yeni gözetim biçimlerinin uygulanmasında kritik bir bileşendir. ADS-B, Gözetim bölümünde açıklanmıştır. Kalkış Öncesi İzin (PDC), başka bir veri bağlantısı iletişim biçimidir. Bu sistem, pilotların taksiden önce IFR izinleri almasına izin verir, böylece kontrolörün kalkış izni bilgilerini sözlü olarak iletme ihtiyacını ortadan kaldırır. Bir PDC ayrıca uçuş ekibine kalkışa hazırlanmak için daha fazla zaman sağlar (Salas ve Maurino, 2010). Bu gibi sistemleri göstermektedir ki, iletişim hava trafik kontrolörün işinin en önemli parçasıdır. İletişimde yapılacak hatalar ve eksiklikler çok olumsuz sonuçlar doğurabilir. Kontrolörlerin iyi iletişim yeteneklerine sahip olması ve iletişim için gerekli donanımları kullanabiliyor olması önemlidir.

Otomasyona Uyum

Otomasyon, insan gücü yerine otomatik sistem yani makine ve/veya bilgisayar sistemlerinin kullanılmasıdır. Otomasyon, insanlara pek çok avantaj sunmaktadır. Otomasyon sistemlerinin insanları devre dışı tuttuğu düşünülebilir ancak otomasyonun gözetim, ayarlama, bakım, yenileme ve kullanım gibi konularda da insana ihtiyacı vardır. Bir diğer ifade ile otomasyon için insan faktörü her zaman devrededir. Bu yüzden insan faktörü göz ardı edilmemelidir. Otomasyondaki başarısızlıklar, teknolojiden çok insan kaynakları ile ilgili yapılan hatalardan kaynaklanmaktadır (Küçük, 1995). Otomasyon, havacılığa olan taleplerden sonra meydana gelecek sorunlara en iyi çözüm yolu olarak görülmektedir. Otomasyonun sadece hava trafik kontrol kapasitesi artışını sağlaması değil, aynı zamanda emniyet ve verimi artırarak personel, bakım maliyetleri ve kontrolör iş yükünü azaltması beklenmektedir (Oktal ve Yaman, 2004). Otomasyonun sayesinde hava trafik sisteminde kontrolörler çok daha hızlı ve doğru kararlar alacaktır. Sonuç olarak, hava trafik kontrolörü bir taraftan otomatik sistemleri izlerken, diğer taraftan da mesleki bilgi ve becerisini sürekli devrede tutmalıdır (Turhan, 2001).

Kısacası, otomasyondan genel anlamda kontrolörlerin iş yükünü azaltması beklenmektedir. Kontrolörün otomasyona olan güveni iş yükünde belirleyici olmaktadır ve kontrolörün kullandığı tüm sistemlerin insan yapısı ile uyumlu bir şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Çevre Faktörleri

İşyerlerinin çevresel tasarımı bireyler üzerinde görevlerini yaparken kullandıkları sistemlerde fonksiyonların kullanımının kolaylaştırılmasında önemli bir etki yaratmaktadır. Doğru işyeri tasarımı hava trafik kontrolörleri görevlerinin hızını ve doğruluğunu arttırabilir. Uygun işyeri tasarımı sadece o birimi değil diğer tüm hava trafik kontrol sistem performansını arttırılması için önem arz eder (Turhan, 2001). Kontrolörler çalıştıkları ortamda kendilerini

hava trafiğine odaklayabilecek düzeyde iş yeri yardımcılarında ve çevresel konfora ihtiyaç duymaktadırlar.

Bilgi İşleme Süreci

İnsan hem makine hem de çevre ile etkileşim halindedir. Bu etkileşim sürecinde çevrelerinden kendilerine girdi olarak sunulan birçok bilgiyi işlemektedirler. İnsanda bilgi işleme süreci, duyuşal sistemden gelen sinyallerin nöral yollar aracılığıyla beyne iletilmesini içerir. Bilgi, beyin içinde uygun karar verecek ve motor eylemlere yol açacak şekilde yorumlanır. Burada bireylerin çevrelerini duyuları ile algılamaları, algıladıklarını dikkat ve bellek kapasitesi ile yorumlamaları, sonunda algıladıkları ile ilgili bir karara varmaları ve bu kararlarını bir harekete dönüştürmeleri gerekmektedir. Bu sürecin verimli çalışabilmesi için duyuşal sinyallerin çakışmaması ve alınan sinyallerin yorumlanmasını kolaylaştırmak için beynin bilgileri bellekte yer alacak depolaması gerekir. Kontrolörlerin çevrelerinde çok fazla uyarıcı vardır. Bunların arasında seçim yapmaları ve çok hızlı bir şekilde karar alarak bir çözümü uygulamaları gerekmektedir. Ancak, belirli bir duruma uygun olmayan eylemlere yol açan süreçte potansiyel zayıf halkalar vardır. Yanılsamalar görsel sistemden veya iç kulaktaki vestibüler sistemden kaynaklanabilen duyuşal bilgiler yanıltıcı olabilir. Bu gibi bilgi işleme sürecinde meydana gelebilecek aksamalar kontrolör performansını olumsuz olarak etkilemektedir. Bilgi işleme sürecini insanın iş ve sosyal çevresindeki tüm olaylar etkileyebilmektedir. Bu nedenle, insanın bilgi sürecinin bir parçası olarak kullanılmak üzere, çalışma ve geçmiş deneyimler yoluyla edinilen bilgileri kazanması önemlidir (Campbell ve Bagshaw, 2003). Hava trafik kontrolörünün performansını geliştirmek için bilgi işleme kalitesini geliştirecek bir çalışma ortamı sağlanmalıdır.

Örgütsel İklim ve İş Tatmini

Kontrolörün çalıştığı ortam ve çalışma koşulları, ast üst ilişkileri, kariyer durumu, beklentilerinin karşılanması, ücret ve ödüllendirme yapısı vb. faktörler kontrolörün performansını etkilemektedir. Tüm bu unsurların kontrolörün beklentilerini karşılayacak uluslararası standartlarda olması kontrolörden beklenen performansı geliştirecektir.

Stres

Stres, stresörler olarak adlandırılan olumsuz çevresel koşullara verilen yanıtıdır ve vücudun kendisine yüklenen taleplere nasıl tepki verdiğini tanımlar. Bireye aşırı taleplerde bulunulursa, bireyin bunları karşılama kapasitesinin aşılması mümkündür. Bu, bireyin durumla başa çıkma yeteneğinde bir bozulma ile sonuçlanır ve bireyin performansını etkileyebilecek fizyolojik

(fiziksel) ve psikolojik (zihinsel) tepkilere yol açar. Fiziksel stres, dış koşullar vücudun homeostatik mekanizmalarına baskı uyguladığında veya onları geçersiz kılacak kadar aşırı olduğunda ortaya çıkar. Zihinsel stres, algılanan talep algılanan yeteneği aştığında ortaya çıkar. Kontrolörler stresi işlerinin bir parçası olarak görmekteyler. Yoğun stres algıladıklarında ya da stresi çok az/hiç algıladıklarında hata yapma olasılıkları artmaktadır. İş yükü ve stres doğru orantılı olarak birbirini etkilemektedir (Campbell ve Bagshaw, 2003). Kontrolörler de yoğun iş yükü altında çalışırken stres algılamaktadırlar. Ters durumlarında ise fazla rahat davranmakta ve hata yapabilmektedirler. Kontrolörlerin trafik yoğunluğunun azaldığı gece vardiyasında daha fazla hata yaptıkları bilinmektedir. Bu durumda belirli bir stres ve iş yükü düzeyinin kontrolör performansının yeterli düzeyde tutulması için gerekli olduğu söylenebilir. Görüldüğü gibi, belirli bir miktar stres kaçınılmazdır ve gerçekten de belirli koşullarda, uyarılmayı artırmada ve dolayısıyla performansı iyileştirmede faydalı olabilmektedir. Bununla birlikte, aşırı stres performansı azaltabilir. Stresi azaltmanın ilk adımı, kişinin normal stres sınırının dışına çıktığını fark etmektir; kaçınılmaz olarak bu durum, kişinin kendi kişiliğine ve kapasitesine ilişkin anlayışına dayanan kişisel bir değerlendirmedir. Fiziksel sağlığın korunması, strese karşı direnç geliştirmeye yardımcı olabilir (Açıkel, 2016; Campbell ve Bagshaw, 2002).

Seçme ve Eğitim

Hava trafik yönetimi sisteminin etkin performansı, yetkin ve nitelikli hava trafik kontrolörlerine bağlıdır. Hava trafik yönetimi sistemi, küresel olarak entegre ve işbirlikçi bir sisteme doğru gelişmektedir. Bu sistemi yöneten ve işleten hava trafik kontrolörleri, küresel olarak birlikte çalışabilir bir sistemi desteklemek ve kabul edilebilir emniyet limitleri dâhilinde en iyi kapasiteye ulaşmak için çalışabilecekleri her yerde performans açısından kendilerinden ne beklendiği konusunda ortak bir anlayışa sahip olmalıdır. Bu paylaşılan anlayış, artan trafik ve ilgili sistemlerin artan karmaşıklığı ve birbirine bağlılığı göz önüne alındığında kritik hale gelir. Kontrolör-pilot ve sistemden sisteme ara yüzler geliştikçe, bu sistemleri yöneten ve işleten hava trafik kontrolörlerinin sorunsuz operasyonları sağlamak için ortak bir referansı paylaşması gerekir (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2016). Uygun niteliklere sahip, istekli ve havacılık kültürüne sahip adayların kontrolörlük mesleğine kazandırılması ve uygun eğitimle bu sahip oldukları özelliklerin geliştirilmesi önemlidir. Tüm havacılık eğitimlerinde olduğu gibi hava trafik kontrolör eğitimlerinde de eğitim maliyetleri oldukça yüksek olduğu için seçme etkinlikleri tüm performansta etkili olduğu gibi eğitim sürecinde beklenen performansı da etkilemektedir (Turhan, 2007).

Yukarıda kısaca açıklanan etkenlerin tek başına ya da birlikte etkileşimiyle kontrolör performansında farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Söz gelimi endişe yapısı yüksek bir birey düşük trafik yoğunluğunda hata yapma eğilimi gösterirken, tecrübeli ve soğukkanlı bir kontrolör acil durumlarda bile doğru kararlar alarak trafiğin kontrolünü gerçekleştirebilmektedir. Kontrolör performansını etkileyen faktörlerin incelenmesi, kontrolör seçiminde aranan özelliklerin belirlenmesine ve kontrolörün hem eğitiminde hem de aktif iş ortamında yüksek performans göstermesine yardımcı olacaktır. Özetle ICAO'nun da tavsiye ettiği gibi kontroller için de yetkinlik temelli bir seçme ve eğitim yaklaşımı gereklidir.

Kontrolör Performansının Örgütsel Performansa Etkileri

Havacılıkta gelişmiş bilgi sistemleri ve teknolojileri ile sağlanan gelişme ile birlikte performans geliştirme çalışmaları hız kazanmaktadır. Yeni teknolojilerle görevlerin yapısı fiziksel bir yapıdan zihinsel bir yapıya doğru değişim göstermektedir. Havacılık sisteminin daha önce belirtilen amaçlarına ulaşabilmesi ve devamını sağlayabilmesi, diğer bir deyişle performansının artırılması, var olan ve geliştirilen teknik sistemlerle ve insan operatörlerinin birlikte çalışmasındaki uyumuna, güvenilirliğine ve kalitesine bağlıdır.

Günümüzde hava trafik yönetiminin en önemli parçası hava trafik kontrolörleridir. Kontrolörler, uçakların bir noktadan ulaşmak istedikleri başka bir noktaya uçuşlarının tüm aşamalarında diğer uçaklarla, engellerle ve diğer araçlarla aralarındaki dikey ve yatay emniyet mesafesini koruması için görev yaparlar. Hava trafik kontrolörü hava trafiğini yönetmek için, uçak hareketlerini ve konumlarını zihninde zaman boyutu ile birlikte dört boyutlu olarak canlandırma yeteneği ile bir resim oluşturmaktadır. Bu resmi zihninde sürekli korumaya çalışarak uçaklara gerekli talimatları vermektedir. Farklı hava trafik kontrol pozisyonları, farklı uçuş safhaları, kullanılan yardımcıları, her pozisyon için gerekli zaman kullanımı açısından farklı zihinsel görevleri içermektedir. Kontrolörlerin görevlerinin büyük bir bölümü bilişsel yapıdadır ve zihinsel süreçlere dayanmaktadır. Bilişsel beceriler, belli bir saha ve zamanda uçakların hareketleri ile ilgili olarak muhakeme, tanımlama, durum farkındalığını koruma, planlama, hızlı ve doğru karar verme ve hızlı sözel iletişim kurma becerilerini kapsamaktadır.

Kontrolörler sorulu oldukları hava sahası sektörlerinde büyük sorunlar ortaya çıkmadan uçakların kontrolünü gerçekleştirebilmektedirler. Muhtemel uçak çakışmalarının belirlenmesi, hava trafik kontrolörleri açısından sahip oldukları kaynakların tümünü kullanmalarını gerektirmektedir. Kontrolörlerin uçaklar arasındaki ayırma mesafesini yönetemedikleri durumlarda havada yakın geçişler veya çakışmalar ortaya çıkabilmektedir. Kontrolörler hava sahasını yönetirken hata veya farklı nedenlerle can ve mal kaybı yaşanabilir. Ancak hava

trafiğinde hizmet bekleyen diğer uçaklar için kontrolörün soğukkanlılığını koruyarak trafiği yönetmeye devam etmesi gerekmektedir. Bu durum kontrolörlük mesleğinin zor ve önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Kontrolörlerin operasyonun sağlanmasında rol alan diğer tüm havacılık çalışanları ile açık ve anlaşılır şekilde iletişim ve koordinasyon sağlamaları gerekmektedir. Bunun yanında profesyonel davranışlar, işe uygun niteliklere sahip olma ve yüksek sorumluluk düzeyi hava trafiğinin emniyetli bir şekilde kontrol edilmesinde önemlidir (Turhan, 2007).

Kontrolör Performansını Geliştirmenin Önemi

Hava trafik yönetim sisteminin amaçlarına ulaşabilmesinde hava trafik kontrolörünün performansı önemlidir ve sistem üzerinde doğrudan etkisi vardır. Kontrolörün yapabileceği küçük hatalar zincirleme giden ve gelişen çok büyük hatalara ve olumsuzluklara neden olabilmektedir. Bunun sonucunda da can ve mal kayıpları meydana gelebilmektedir.

Günümüzde emniyet yönetim ve insan faktörleri çalışmaları ile sistemdeki hata ve risk oranları en düşük seviyeye getirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmaların odak noktası da insan faktörleridir. Sistemdeki en etkin insan faktörü olan hava trafik kontrolörünün performansını geliştirme ve uygun bir düzeyde tutmak için çaba sarf edilmektedir. Ancak kontrolör performansı değerlendirilirken sadece hatalardan kaynaklanan olumsuzluklar ele alınmamaktadır. Hata dışında bazı kontrolörlerin diğerlerine göre çalışma kapasitesi ve teknik gibi konularda bekleneni gösterememesi gibi performansındaki düşüşler, hava trafik kontrolörünün yönetilmesinde gecikmelere ve verimlilik kayıplarına neden olabilmektedir. Radar ortamında çalışan bir hava trafik kontrolörü uçakların uçuşu gereken uçuş başlarındaki ya da yaklaşma sıralamasındaki planlama ve öngörü hatası ile yakıtın boş yere yakılmasına neden olur. Böyle aksaklıklar sadece ilgili uçuşu değil bağlantılı tüm uçuşları da etkileyebilir. Özellikle trafiğin çok yoğun olduğu durumlarda kontrolörlerin bireysel performansları tüm sistemin verimliliğini etkilemektedir.

Havacılıkta zaman çok değerlidir. Zaman kayıpları maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kontrolör performansındaki düşüşler büyük maddi kayıplara neden olabilmektedir. Ayrıca uçuşların kapsadığı tüm bölgelerde ve aynı birimlerde çalışan kontrolörlerin performans düzeylerinin birbirine yakın olması beklenmektedir. Kontrolörün performansını istenen standart bir düzeyde tutabilmek için ileri teknolojilerin gelişimi ile yeni kavram ve yardımcı araçların da kullanımı yaygınlaşmıştır (Turhan, 2007).

Kontrolör Performansını Ölçme

Karmaşık bir sistemdeki insan performansı, genel sistem performansının önemli bir bileşenidir. İnsanlar komuta ve kontrol döngüsündeyken, aldıkları kararlar ve bunları ne kadar iyi yerine getirdikleri, sistemin hedeflerine ulaşma derecesini doğrudan etkiler. Bununla birlikte, genellikle insanın gerçekte hangi rolü oynadığı konusunda bazı anlaşmazlıklar vardır. Bazı sistemler diğerlerinden daha fazla hata toleranslı ve bağışlayıcıdır. Çoğu sistem, operatörleri için gerekli asgari performansın bazı tanımlarına sahiptir, ancak asgari seviyenin üzerindeki çeşitli performans kalitesi seviyeleri söz konusu olduğunda iyi bir ayırım yapmazlar. Hava trafik kontrolünde, minimum standartlar güvenlik hususları, yasalar ve Federal Havacılık Düzenlemeleri (FAR'lar) tarafından zorunlu kılınır. Bunun ötesinde neyin iyi, daha iyi ve en iyi insan performansını oluşturduğuna dair görüşlerde önemli farklılıklar vardır (Sollenberger, Stein ve Gromelski, 1997). Kontrolörlerin performansları uygun şekilde hem teorik hem de çalışmaları sırasında ölçülmelidir. Günümüzde sinirbilim uygulamaları ile havacılık operatörlerinin performansları nörofizyolojik olarak ölçülebilmektedir. Bu çalışmalara devam edilerek kontrolörlerin hem eğitim hem de çalışma performanslarını geliştirmek için fayda sağlanması kaçınılmaz görünmektedir.

Hava Trafik Kontrolörü ve Teknoloji Etkileşimi

Küreselleşme çağında dünyanın küçülmesine bilgi teknolojileri ve havacılık sektörleri yardımcı olmuştur. Her iki sektörün devasa büyümesi, operasyonlarında yeni zorlukların yanında fırsatlarla birlikte değişiklikler getirmektedir. Hava taşımacılığına olan yoğun bağımlılık, tüm dünyada hava trafik yönetimi sisteminde büyük zorluklara neden olmaktadır (Hasin ve Taher, 2021). Hava trafik yönetimi hava trafiğinin emniyetli, verimli ve hızlı akışını hedeflerken aynı zamanda hava sahası kullanıcılarına havacılık bilgileri (örneğin, seyrüsefer yardımcıları veya hava durumu bilgileri) sağlayarak uçaklar arasında ayırım sağlar. Bunu yapabilmek içinde gelişen teknolojilerden faydalanır. Bu nedenle insan-makine etkileşimini çok yoğun olarak kullanmaktadır.

Hava trafik kontrol yönetiminde trafiğin yönetimi için hava trafik kontrolörünün önemi büyüktür. Hava trafik kontrolörlerinin bu teknolojileri kullanırken hata yapma olasılıkları her zaman vardır. Bu yüzden kontrolör hatasını azaltmak için insan ile otomasyonun uyumu geliştirilmeye çalışılmaktadır (Kirvan, 2001). Günümüz hava sahalarının karmaşık ve yoğun trafik yapısında çalışan kontrolörlerin teknoloji ve otomatikleştirilmiş karar alma yardımı olmadan hava trafiğini yönetmeleri imkânsız görünmektedir. Aynı zamanda kontrolörlerin insan faktörleri ile uyumlu olarak tasarlanmış ve geçerliği güvenilirliği geliştirilmiş otomasyon

sistemleri hava trafik kontrolörlerinin iş yükünü azaltarak beklenen emniyet ve etkinlik performanslarını ortaya koymalarına yardımcı olabilmektedir. Diğer taraftan uygun ve güvenilir olmaya otomasyon kontrolörlerin iş yükünü artıracaktır. Bu anlamda otomasyona olan güven belirleyici olmaktadır. Kontrolörler otomasyona güvenirlerse performanslarını olumlu destekleyecek, tersine güvenmedikleri zamanlar söz gelimi radar ekranının uçakların olduğundan farklı noktalarda görünmesi onları beklenmeyen bir iş yükü içerine sokacak ve daha fazla stres ve karmaşa yaşamalarına neden olacaktır. Bu durumda güven en belirleyici faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Hava Trafik Kontrol Otomasyonu

Hava trafik kontrolörlerinin görevi, pilotlar ve diğer hava trafik kontrolörleri ile iş birliği içinde uçakları havada ve yerde mümkün olduğunca emniyetli ve verimli bir şekilde yönlendirmektir. Hava trafik kontrolörleri görevlerinde yardımcı olması için, mevcut trafiğin anlık görüntülerini gösteren radar ekranları gibi çeşitli sistemler ve ekranlar kullanmaktadırlar. Bu sistemler ve ekranlar düşünüldüğünde hava trafik kontrolünün otomasyonla bir geçmişi vardır. Hava trafik kontrolörlerine günlük görevlerinde yardımcı olan birçok otomatik sistem bulunmaktadır. Otomatik sistemler, daha doğru bilgi göstermeyi, uçaklar arasında gelecekteki olası çakışmalar hakkında daha erken bildirim sağlamayı ve veri bağlantısı aracılığıyla pilotlarla iletişimi geliştirmeyi amaçlamaktadır (Kaber ve ark., 2006). Bu kapsamda kontrolörlerin işini kolaylaştırması ve karar alma desteği sağlaması açısından gelişmiş yer radarı teknolojileri (A-SMGCS), gelen ve kalkan uçakların trafik akışı hakkında anlık ve gelecek pozisyon bilgisi sağlayan planlama yardımcıları (A-MAN ve D-MAN), uzaktan kule operasyonlarına olanak sağlayan erişim sistemleri (Remote-tower) gibi otomasyon ve teknolojik yardımcılar kullanılmaya başlanmış ve geliştirilmektedir. Tüm bu sistemlerin insan faktörlerin gerekliliklerine göre geliştirilmesi ve kullanıcıların oryantasyon eğitimlerinin etkin bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Hava trafik kontrolde otomasyon en genel ifadeyle kontrolörlerin rutin görevlerinin otomatikleştirilmesidir. Otomasyonun kullanımı ile kontrolöre ve tüm sisteme sağlanacak destekle kapasitenin artırılması, teknolojinin katkısı ile emniyetin sağlanması ve verimliliğin artırılması hedeflenmektedir. Otomasyonun kullanımı değişen ve gelişen teknolojiler gereği aynı zamanda işin yapısının ve kullanılan araç ve gereçlerin değişmesi gerekliliğini de ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda hava trafik kontrolörünün niteliklerinin ve performansının otomasyonla uyumlu olması önem kazanmaktadır (Cardosi ve Murphy, 1995). Otomasyonun iş yükünün azaltımı, karmaşık hesaplamaları kolaylaştırma ve veri yönetimini gerçekleştirme kapasitesini ve artan performans güvenilirliğini içeren kontrolör performansı üzerinde önemli

etkileri olabilir. Bununla birlikte, hava trafik kontrolde yüksek seviyeli statik otomasyon, sistem kontrol döngülerinde insanı ikame etmenin bir sonucu olarak kontrolörün durum farkındalığı kaybı da dâhil olmak üzere birçok dezavantajı da beraberinde getirmektedir (Kaber ve ark., 2006).

Yapılan çalışmalarda kullanılan otomasyon düzeyinin gelişerek zaman içinde kontrolörün yapmakta olduğu birçok görevi otomatik olarak yerine getireceği ifade edilmektedir. İlerleyen yıllarda gelişen otomasyon sistemleri ile kontrolörün süreçleri izleyen ve denetleyen bir pozisyonu olacağı, hava trafiğini aktif olarak kontrol etmeyecekleri öngörülmektedir (Cardosi ve ark., 1995). Özellikle insan limitlerinin yetersiz kaldığı durumlarda hava trafik kontrolörlerinin uçak çakışmalarının belirlenmesi ve önleminde kullanılan otomatik sistemlerin son derece yararlı olacağı bilinmektedir (Xu ve Rantanen, 2003).

Otomasyondan beklenen emniyet hedefinin gerçekleştirilmesi için insan hatasını, veri iletişimini geliştirmek ve insan-bilgisayar etkileşimini azaltmak, radar ve uydu temelli gözetimi geliştirmek gerekmektedir. Ayrıca havacılık kazaları ve olaylarında önemli bir etken olan meteoroloji bilgisinin güvenilirliğinin geliştirilmesi de önemlidir (Turhan, 2009). Tüm bunları yaparken sistemin aşırı yüklenmesinin engellenmesi gerekmektedir.

Otomasyonun diğer bir hedefi olan verimlilik sayesinde gecikmeler azalacak, kullanıcı tercihlerine göre uygulamaları düzenlenecek, bakım maliyetleri azalacak ve işgücü verimliliği artacaktır. Otomasyonun kullanımındaki avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Cardosi, Brett ve Han, 1996);

- Emniyetin artması,
- Sistem kapasitesinin artması,
- Sistem ve kontrolör performansının artması,
- Görev karmaşıklığının azalması.
- İş görenin algıladığı iş yükünün azalması,
- Personel eğitim gerekliliklerinin azalması,
- Gerekli personel sayısının azalması,
- Yönetim kontrolünün artması,
- Elde edilen verilerin daha iyi bütünleştirilmesi,
- Hizmetlerin gelişmesi.

Diğer yandan, otomasyon kullanımındaki dezavantajlar ise şunlardır(Cardosi, Brett ve Han, 1996). ;

- Kontrolörlerin acil durumlarla karşılaştıklarında kontrol ve tepki becerilerinin azalması,
- İnsan ve bilgisayarın performanslarındaki farklılıkların yarattığı olumsuzluklar,
- Karmaşık durumlar ve daha önce karşılaşılmamış sorunların çözümünde otomatik sistemlerin yetersiz kalması,
- Bilgisayarın kontrolörün yerine geçtiğinin algılanması, otomasyona olan aşırı güven ya da güvensizliğin yaratacağı olumsuzluklar,
- İş yükünün değişmesi,
- İnsan rolünün değişmesi,
- Öngörülme yeni insan hatalarının ortaya çıkması,
- Bilgisayar veya sistemle ilgili performansındaki belirsizlikler,
- Kontrolörlerin iş tatminlerinin azalması,
- Azalan etkinlik ve verimlilik

Otomasyon zaman içinde hava trafik kontrolörlerinin görevlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Bunlar (Wickens, Mavor ve McGee, 1997);

- Gerekli hesaplamaların yapılması yerine daha çok karar almaya yönelme,
- Daha stratejik ve taktiksel kontrole yönelme,
- Hava trafik kontrolörlerinin aktif kontrolden uzaklaşarak, izleme pozisyonuna geçmeleri,
- Kontrolörlerin sesli iletişimden uzaklaşarak daha çok insan-makine etkileşimine yönelmesi,
- Emniyetle birlikte verimliliğinde ön plana çıkması,
- Bireysel davranışlar yerine takım davranışına yönelme.

Hava trafik kontrolde otomasyonun tasarımında ve kullanımında kontrolörlerin becerilerine ve ihtiyaçlarına göre hareket etmek gerekmektedir. İnsan merkezli yaklaşım benimsenmeli ve insan faktörleri göz ardı edilmemelidir (Turhan ve Usanmaz, 2004).

Kontrolör Merkezli Otomasyon

İnsanı merkeze alan otomasyon yaklaşımı, sistemin amaçlarına ulaşması için geliştirilen yardımcı otomasyon sistemlerinin insan ile iş birliğinin en uygun düzeyde sağlanması ve muhafaza edilmesini savunmaktadır (Wagner ve ark., 1996).

Kontrolörlerin kullandıkları otomasyon sistemleri tasarımının iş performanslarını koruyabilecek ve geliştirebilecek şekilde yapılması amaçlanmaktadır. Kontrolörlerin durum farkındalığını etkileyen otomasyon sistemleri emniyeti de riske atmaktadır. Bu nedenle insanı merkeze alan bir yaklaşımla otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Sage ve Johnson, 2002). Kontrolörü merkez alan bir yaklaşımla otomasyon sistemleri tasarlanırken yüksek emniyet ve verimlilik aşağıdaki konuların sağlanmasıyla belirtilmektedir (Kelly ve ark., 2000);

1. Kontrolörlere ve otomasyona, performanslarını en iyi gösterebilecekleri görevlerin verilmesi,
2. Sistemde kontrolörü otomasyonun en üstündeki otorite olarak korumak ya da yetkili kılmak,
3. Kontrolörü her zaman sistemin içinde tutmak,
4. Kontrolörü sürekli sistem ve işleyişe ilgili olarak bilgilendirmek,
5. Kontrolörün otomasyon sayesinde işinden daha fazla tatmin olmasını sağlamak, işine olan ilgisini arttırmak ve işini kolaylaştırmak,
6. Kontrolöre otomasyon ile daha fazla yetki gücü vererek geliştirmek,
7. Kontrolörün otomasyona güvenmesini sağlamak,
8. Kontrolöre otomasyon sistemleri için destek sağlamak,
9. Otomasyonu kontrolörün tepki süresini azaltacak ve hata yapmasını engelleyecek şekilde tasarlamak,
10. Kontrolöre otomatik sistemi denetleme olanağı sağlamak,
11. Kontrolör ve otomatik sistemlerin uyumunu sağlamak için hedefleri uygun şekilde tanımlamak,
12. Kontrolörlerin eğitiminde maliyet ve zaman kullanımını en aza indirmek için otomasyondan yararlanmak,
13. Kontrolörün kullandığı araçları birbiri ile uyumlu hale getirmek,

14. Kontrolörün otomasyon sistemlerini izlemesine olanak sağlamak,
15. Otomatik sistemlerin hareketlerinin öngörülebilir olmasını sağlamak,
16. Otomatik sistemlerin kontrolörü izlemesine olanak sağlamak,
17. Sistem elemanlarının birbirlerini bilgilendirebilecekleri bir ortam geliştirmektir.

Hava trafik kontrolörleri havacılık operasyonlarında çok önemli bir role sahiptirler. Bu yüzden kontrolörlerinin havacılık operasyonları ve sektörü için nitelik ve sayı açısından eksikliklerinin belirlenmesi faydalı olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Hava trafik kontrolörleri oldukça karmaşık bir ortamda uçuş emniyeti ve etkinliğini uluslararası standartlara sağlamaktadırlar. Devamlı artan hava trafiği daha karmaşıklaşırken kontrolör performansı daha da önemli hale gelmektedir. Kontrolörlerin performans gösterdikleri hava trafik hizmetlerindeki görevlerin karmaşık ve çeşitli yapısı nedeniyle kontrolör performansını etkileyen faktörler de çok farklı şekilde ve birbirleri ile etkileşim halinde ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda iş yükü, stres ve otomasyon faktörleri birlikte ele alınmalı ve bireysel performans faktörleri ile uyumlu hale getirilerek çevresel ve kurumsal düzenlemeler ile desteklenmelidir.

Kontrolör performansı ölçmede sinirbilim ve nörofizyolojik ölçümlere ağırlık verilerek daha gerçekçi sonuçlara ulaşılabilir. Bu anlamda tüm paydaşların bu çalışmalara destek vermesi hava taşımacılığını yöneten ve kullanan herkesin sorumluluğu ve havacılıkta emniyet kültürünün gereğidir.

Araştırmacılara Öneriler

Havacılık operasyonlarının emniyet ve etkinliği konusunda kritik bir rol oynayan hava trafik kontrolörlerinin performansları ve performanslarına etki eden faktörler kaza ve kırım gibi istenmeyen durumlarda doğrudan ya da dolaylı etkilere sahiptir. Bu çalışmada verilen kontrolör performansını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılması ve uygun şekilde değerlendirilerek fayda sağlanabilmesi için kontrolörler hakkında daha fazla disiplinler arası akademik çalışma ve projeler gerçekleştirilmelidir. Çalışma konusu ile ilgili alan yazın incelendiğinde hava trafik kontrolörlerinin performansları ve bu performanslarının geliştirilmesi konusunda yeteri kadar çalışma bulunmadığı gözlemlenmektedir. Bu sebeple havacılık operasyonlarının emniyet ve etkinliğinin artırılmasına yönelik her çalışma sistem genelinde katma değer yaratma potansiyeline sahip olacaktır.

Havacılık Sektörüne Öneriler

Hava trafik kontrolörlerinin performansı sektörde direkt ya da endirekt faaliyet gösteren tüm kuruluş ve paydaşların emniyetini ve etkinliğini etkileyebilmektedir. Bu kapsamda, hava trafik kontrolörleri ve hava trafik yönetimi ile ilgili araştırma ve geliştirme faaliyetleri tüm paydaşlar tarafından desteklenmeli ve ortak uygulamalar için kaynak ve ortam yaratılmalıdır. Hava trafik kontrolörlerinin performanslarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi, performans ölçüm yöntemlerinin geliştirilmesi ve konu ile ilgili etkin çözüm önerilerinin geliştirilmesi başta havacılık sektörü olmak üzere bu sektörden etkilenen her birey ve kuruma önemli faydalar sağlayacaktır. Emniyetli ve etkin sürdürülen hava trafik operasyonları sayesinde hava aracı kaza ve kırım sayıları azalacak, sistemde meydana gelen hatalar asgari seviyelere çekilecek ve bu sayede sektöre duyulan güven daha da artmış olacaktır. Bu gelişmelerle birlikte maliyetler azalacak, havacılık alanında kullanılan bütçeler Araştırma ve Geliştirme çalışmaları için kullanılabilir olacaktır.

Bu çalışmada bahsedilen bireysel performans faktörlerini kurumsal açıdan yönetmek ve geliştirmek için ekip kaynak yönetimi ve yorgunluk yönetimi uygulamaları geliştirilmelidir.

Kaynakça/References

- Açikel, B. (2016). *Eğitim hava sahası karmaşıklığı ve hava trafik kontrolörü iş yükünün gerçek uçuş verileri ve uzman görüşleri bağlamında değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Arblaster, M. ve Zhang, C. (2021). Independent or self-regulation: An assessment of economic oversight of air traffic management in Australia and New Zealand. *Utilities Policy*, 68, 101155, ISSN 0957-1787.
- Arikan, R. N. (2011). Kadın Beyni Erkek Beyni. (06.12.2021 tarihinde <http://www.milliyet.com.tr/uzm-psikolog-opsikoterapist-rusen-nur-arikan/kadin-beyni-erkek-beyni-kadin-1343245/> adresinden alınmıştır.)
- Ayatola, A. ve Adedeji, T. (2009), The relationship between gender, age, mental ability, anxiety, mathematics selfefficacy and achievement in mathematics, *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 4, 113-124.
- Balcı, A. (1990). Zaman yönetimi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 23(1), 95-102.
- Başak, T., Uzun, Ş. ve Arslan, F. (2008). Hemşirelik yüksekokulu öğrencilerinin zaman yönetimi becerileri. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 7(5), 429-434.
- Bolić, T. ve Ravenhill, P. (2021). SESAR: The Past, Present, and Future of European Air Traffic Management Research. *Engineering*, 7(4), 448-451, ISSN 2095-8099, <https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.08.023>.
- Campbell, R. D. ve Bagshaw, M. (2003). Human Performance and Limitations in Aviation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 74(2), 189-189.
- Cardosi, K. M. ve Murphy, E. D. (1995). *Human Factors in the Design and Evaluation of Air Traffic Control Systems* (DOT/FAA/RD-95/3). Cambridge, MA: U.S. Department of Transportation.
- Cardosi, K. M., Brett, B. ve Han, S. (1996). An Analysis of TRACON (Terminal Radar Approach Control) Controller-Pilot Voice Communications. JOHN A VOLPE NATIONAL TRANSPORTATION SYSTEMS CENTER CAMBRIDGE MA.
- Cook, A. (2007). *European air traffic management principles, practice and research*. England: Ashgate Publishing Limited.

- Di Mascio, P., Riccardo C., Luca F., Eleonora L., Andrea P. ve Laura M. (2021). How the Tower Air Traffic Controller Workload Influences the Capacity in a Complex Three-Runway Airport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, no. 6: 2807.
- Druva-Roush, C.A. ve Wu, Z. (1989). Gender differences in visual spatial skills: a meta-analysis of doctoral theses. Paper presented at American Psychological Association Convention. New Orleans, Louisiana.
- Erdem, R., Pirinççi, E. ve Dikmetaş, E. (2005). Üniversite Öğrencilerinin Zaman Yönetimi Davranışları Ve Bu Davranışların Akademik Başarı İle İlişkisi. *Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(14), 167-177.
- Güçlü, N. (2001). Zaman yönetimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 25, 87-106.
- Hancock, P. A. (1989). A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 31(5), 519–537.
- Hasin, F. ve Taher, K. A. (2021). Cyber Threat Mitigation of Impending ADS-B Based Air Traffic Management System Using Blockchain Technology. *Proceedings of International Conference on Trends in Computational and Cognitive Engineering* içinde (545-556). Springer, Singapore.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2001). *Annex 11 to the Convention of International Civil Aviation: Air Traffic Services*. Canada.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2005). *Annex 2 to the convention of international civil aviation: rules of the air*. Canada.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2007). *Procedures for air navigation services: air traffic management, Doc. 4444 ATM/501*. Canada.
- İnce, M., Bedük, A. ve Aydoğan, E. (2004). Örgütlerde takım çalışmasına yönelik etkin liderlik nitelikleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 423-446.
- Janic, M. (2000). *Air transport system analysis and modelling: capacity, quality of services and economics*. Amsterdam: Gordon and Breach Science.
- Kaber, D. B., Perry, C. M., Segall, N., McClernon, C. K. ve Prinzel, L. J. (2006). Situation awareness implications of adaptive automation for information processing in an air traffic control-related task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 447–462.
- Kelly, C., Goillau P., Bowler, Y. ve Enterkin P. (2000). Human factors integration in future ATM systems-design concepts and philosophies: European air traffic management programme. Report on contract no. HRS/HSP-003- REP-01, 2000, Brussels.
- Kirvan, B. (2001). The role of the controller in the accelerating industry of air traffic management. *Safety Science*, 37, 2-3.
- Kistan, T., A. Gardi, A., Sabatini, R., Ramasamy S. ve Batuwangala, E. (2017). An evolutionary outlook of air traffic flow management techniques. *Progress in Aerospace Sciences*, 88, 15-42.
- Küçük, H. (1995). *Otomasyon Yönetiminde İnsan Faktörü ve Türk Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Lee, P. U., Brasil, C., Homola, J., Kessell, A., Lee, H., Mainini, M. ve Prevot, T. (2011). Benefits and feasibility of the flexible airspace management concept: a human-in-the-loop evaluation of roles, procedures, and tools. In Proc. of USA/Europe Air Traffic Management Research & Development Seminar.
- Leon, P. M. (2021). The Establishment of Flight Information Regions and Air Defence Identification Zones: Air Law Is Air Law and Maritime Law Is Maritime Law; Shall the Twain Ever Meet?. *Furthering the Frontiers of International Law: Sovereignty, Human Rights, Sustainable Development* içinde(223-246). Brill Nijhoff.
- Lin, Y., Wu, Y., Guo, D., Zhang, P., Yin, C., Yang, B. ve Zhang, J. (2021). A Deep Learning Framework of Autonomous Pilot Agent for Air Traffic Controller Training. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. 51-5.

- Linn, M.C. ve Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Mannino, C., Nakkerud, A. ve Sartor, G. (2021). Air traffic flow management with layered workload constraints. *Computers & Operations Research*.127.
- Masotti, N. ve Persiani, F. (2016). On the history and prospects of three-dimensional human-computer interfaces for the provision of air traffic control services. *CEAS Aeronaut J* 7, 149-166 <https://doi.org/10.1007/s13272-016-0185-4>.
- Oktal, H. ve Yaman, K. (2004). Haberleşme, seyrüsefer, izleme ve hava trafik yönetimi teknolojisi (CNS/ATM) ve bu sistemin Türk hava sahasına uygulanması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*. 1(3), 39-47.
- Prandini, M., Putta, V. ve Hu, J. (2010). A probabilistic measure of air traffic complexity in three-dimensional airspace, *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, s.1242-1249.
- Radüntz, T., Mühlhausen, T., Freyer, M., Fürstenau N. ve Meffert, B. (2021). Cardiovascular Biomarkers' Inherent Timescales in Mental Workload Assessment During Simulated Air Traffic Control Tasks. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 46, 43-59.
- Sage, M. ve Johnson. C.W. (2002). Formally Verified, Rapid Prototyping for ATC. *Reliability Engineering and System Safety*, 75.
- Salas, E. ve Maurino, D. (2010). *Human factors in aviation (2.baskı)*. Academic Press: San Diego, CA.
- Salas, E., Cooke, N. J. ve Rosen, M. A. (2008). On teams, teamwork, and team performance: Discoveries and developments. *Human Factors*, 50(3), 540-547.
- Shafiqe, Y. (2014). Managing the Performance of Air Traffic Controllers: Developing and Proposing a Conceptual Perspective. *European Journal of Business and Management*, 6, 267-277.
- Shahsavarani, A. M., Azad Marz Abadi, E. ve Hâkimi Kalkhoran, M. (2015). Stress: Facts and theories through literature review. *International Journal of Medical Reviews*, 2(2), 230-241.
- Sipe, A.L., Schwab, R.W., Haralddottir, A., Schomig, E.G., Singleon, M.K., Tulder, P.A., Alcabin, M.S., Glickman, S.H. ve Shakarian, A. (2005). Capacity-enhancing air traffic management concept. *Journal of Aircraft*, 42, 1, 105-112.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) (2021). Havacılık Personeli. (25.09.2021 tarihinde <http://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-personeli/2129-hava> adresinden alınmıştır.)
- Sollenberger, R. L., Stein, E. S. ve Gromelski, S. (1997). *The Development and Evaluation of a Behaviorally Based Rating Form for Assessing Air Traffic Controller Performance*. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION TECHNICAL CENTER ATLANTIC CITY NJ.
- Svensson, Å., Ohlander, U. ve Lundberg, J. (2020). Design implications for teamwork in ATC. *Cognition, Technology & Work*, 22(2), 409-426.
- Turhan, U. (2001). *Hava trafik kontrolörlerinin performansında iş yükünün etkileri ve hava trafik kontrolörleri üzerinde bir uygulama*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Turhan, U. (2007). *Hava trafik kontrolörü adaylarının seçimi ve Türkiye'deki uygulama*. Yayınlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Turhan, U. (2009). Performance perception of Turkish air traffic controllers. *International Journal of Civil Aviation*, 1(1), 74-89.
- Turhan, U. ve Usanmaz, Ö. (2004). Hava trafik kontrolde otomasyon ve insan. 5. *Sivil Havacılık Sempozyumu*, Mayıs, 345-350. Kayseri.
- Vu, K.P.L ve Chiappe D. L. (2017). Situation Awareness in Air Traffic Control. Handbook of Human Factors in Air Transportation Systems. 1st Edition. CRC Press. 20.

- Wagner, D., Birt, J.A., Snyder, M. ve Duncanson, J.P. (1996). Human Factors Design Guide, U.S. Department of Transportation, Report Number: DOT/FAA/CT-96/1
- Wang, H. (2021). Air Traffic Controllers' Occupational Stress and Performance in the Future Air Traffic Management. *PhD Dissertations and Master's Theses*. 570.
- Wickens, C.D., Mavor, A.S. ve McGee, J.P. (1997). *Flight to the Future: Human Factors in Air Traffic Control*. Washington: National Academy Press.
- Xu, X. ve Rantanen, E. M. (2003). Conflict detection in air traffic control: A task analysis, a literature review, and a need for further research. *Proceedings of the 12th International Symposium on Aviation Psychology* içinde (1289-1295). Wright State University Press Dayton, OH.
- Yaman, K. (2010). *Havasahası sektörizasyonu problemine yeni bir çözüm yaklaşımı*. Yayımlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.